l'antenna
ANNO XL - NOVEMBRE 1968 - Gruppo III
RASSEGNA MENSILE DI TECNICA ELETTRONICA
NUMERO
11
LIRE 500

dott. ing. Alessandro Banfi

La TV a colori si afferma.. ma non in Italia

Ormai tutte le principali nazioni europee hanno adottato regolarmente le trasmissioni di TV a colori e stanno prendendo confidenza con esse.

Le fabbriche di televisori perfezionano via via le loro tecnologie produttive ed infatti ad oltre un anno dall'inizio di tale produzione le maggiori Case tedesche hanno rinnovato i loro modelli iniziali apportandovi apprezzabili perfezionamenti funzionali nonché ritocchi talvolta sensibili nei prezzi di vendita.

Ma a parte l'evoluzione ed il miglioramento della situazione nel settore dei televisori a colori, si deve pure registrare un'evoluzione positiva nel settore delle trasmissioni che si traduce in un netto miglioramento della qualità delle immagini trasmesse anche su lunghissime distanze.

Si è avuta recentemente una prova di queste nuove affermazioni della TV a colori nelle trasmissioni dei giochi olimpici di Città del Messico.

Infatti le riprese effettuate a Mexico City col sistema NTSC, venivano inviate attraverso una lunga catena di ponti-radio alla stazione terminale di partenza del collegamento mediante satellite, e raccolte poi dalla stazione terminale europea. Da qui venivano inviate al centro di Francoforte ove subivano la trasformazione in segnale SECAM per la Francia e l'U.R.S.S. ed in segnale PAL per l'Inghilterra, Germania e Svizzera.

Abbiamo potuto osservare in parecchie riprese, le trasmissioni svizzere che si ricevono egregiamente in molte zone della Lombardia (in partenza dalla stazione di Lugano), con ottimo risultato di qualità e colori, nonostante il complesso e difficile tragitto dalla partenza allo schermo del televisore.

E' proprio il caso di dire che queste trasmissioni intercontinentali hanno costituito un vero e proprio collaudo della TV a colori ed una sua netta affermazione in campo pratico funzionale.

E con l'Italia ancora assurdamente a quota "zero", vogliamo dare ai nostri lettori alcune informazioni relative alla diffusione della TV a colori nei principali Paesi europei.

Nella Germania Occidentale, mentre si sono venduti sino al giugno 1968 circa 360.000 televisori, si prevede di raggiungere una produzione totale del 1968 di circa 395.000 unità, delle quali circa 50.000 in esportazione.

I prezzi sono intorno alle 280.000 lire per i modelli da 19 pollici e 310.000 lire per i 25 pollici.

In Francia, anche a causa della incerta e tribolata situazione economico-politica, la TV a colori non ha incontrato molta diffusione. Si calcola che sino allo scorso luglio siano stati venduti non più di 15.000 televisori, e si prevede che entro il 1968 tale numero possa raggiungere la cifra di 100.000, anche in conseguenza degli sforzi dell'industria nazionale che si propone di ridurre i prezzi dei televisori da 25 pollici a 3.000 franchi (circa 360.000 lire).

In Inghilterra alla fine del luglio scorso erano stati venduti circa 120.000 televisori, alla fine del 1968 si prevede che tale cifra raggiungerà le 150.000 unità. Si prevede però un sensibile aumento nelle vendite nel prossimo anno.

Nella Svizzera si prevede di raggiungere un totale di 15.000 televisori entro il presente anno: molti di tali ricevitori saranno, a causa delle emissioni provenienti dalle nazioni confinanti Francia e Germania, del tipo cosiddetto "bistandard", cioè con probabilità di ricevere sia il sistema PAL sia il sistema SECAM.

A.

prof. ing. G. Sinigaglia

Fondamenti di radioastronomia*

4. - IL RADIOTELESCOPIO

Il *radiotelescopio* è lo strumento essenziale impiegato in radioastronomia; esso è composto da tre parti fondamentali, ovvero l'*antenna* o *sistema di antenne*, il *ricevitore* e il *registratore*. Nella costruzione dei telescopi ottici sussiste il problema di conseguire soddisfacenti poteri risolutivi, aumentando — per quanto possibile — le loro dimensioni geometriche. Costruendo radiotelescopi sussiste il fatto che, essendo le lunghezze d'onda in gioco assai maggiori — a parità di risultati conseguibili — è indispensabile ricorrere a complessi ben più ingombranti, ma è altrettanto vero che, a parte l'ingombro topografico e il costo, non sussistono nella realizzazione delle antenne radiotelescopiche limitazioni gravi, (fig. 1) contrariamente a quanto avviene nella realizzazione degli specchi impiegati nella costruzione dei telescopi tradizionali. Indicando con α l'angolo in radianti, sotto cui due radiosorgenti sono viste dalla Terra e con λ le lunghezze d'onda in gioco, affinché le due sorgenti siano distinguibili, l'antenna del radiorelescopio deve essere caratterizzata — nel piano definito dalle due sorgenti e dal punto di osservazione — dalle dimensioni geometriche minime (lunghezze): $\alpha = \lambda/\alpha$; per esempio, per una lunghezza d'onda $\lambda = 6$ m, qualora la distanza angolare delle due sorgenti sia di 3×10^{-3} rad (pari a 10'), si ha $\alpha = 2$ km, che diventano 0,2 mm, con riferimento alla lunghezza d'onda visibile (luce) di 600 nm. Conseguentemente, la tecnica costruttiva di antenne per radiotelescopi impone la realizzazione di sistemi di captazione caratterizzati da dimensioni geometriche anche di centinaia di metri, mentre lo specchio del più potente telescopio ottico di Monte Palomar (California), ha il diametro di 5 m solamente. Il guadagno delle antenne riceventi dei radiotelescopi è tale da consentire la ricezione e la registrazione di segnali di intensità modestissima, quali quelli provenienti dai limiti dell'Universo, con una soglia di intelligibilità dell'ordine di 10^{-9} W, ossia di 1 nW.

Rispetto ai telescopi ottici, i radiotelescopi hanno poi il vantaggio di poter essere utilizzati anche come radar astronomici, aprendo le porte alla radarastronomia di cui abbiamo già detto.

Oggi poi, con l'avvento della tecnica spaziale, si impiegano speciali radiotelescopi per il controllo e il comando di corpi celesti artificiali, lanciati dall'uomo nello spazio (satelliti artificiali).

Nonostante la distinzione dei vari componenti essenziali di un radiotelescopio, cui abbiamo accennato, non sempre è possibile una netta distinzione tra antenna e ricevitore. Infatti, nei sistemi riceventi complessi *a sintesi* alcune funzioni, che normalmente sono svolte dall'antenna, avvengono nei dispositivi elettronici o, addirittura, nella successiva elaborazione dei dati. Nella « Croce del Nord », ad esempio, il punto che più somiglia al fuoco di un telescopio ottico o di un radiotelescopio semplice è costituito dal cursore di un potenziometro. Tuttavia, manterremo la distinzione tra antenne e ricevitori per chiarezza espositiva, ricordando però che essi non sono altro che le parti costituenti di un sistema ricevente integrato. I radiotelescopi possono essere *fissi* o *mobili*. Nei primi, viene sfruttato per lo spostamento il moto stesso della Terra oppure ricorrendo a progressivi sfasamenti elettrici di elementi dell'antenna. I radiotelescopi mobili sono invece dotati di un movimento ben definito, che consente di « inseguire » la radiosorgente per rilevarne con continuità i dati, indipendentemente dal suo moto relativo, rispetto al punto di osservazione (fig. 2).

(*) segue dal n. 10, ottobre 1968, pag. 414.

Fig. 1 - Radiotelescopio a paraboloide di 92 m del N.R.A.O., Green Bank, W. Virginia, USA.

Fig. 2 - L'apparato focale su rotaie del radiotelescopio di Nançay, Francia.

5. - LE ANTENNE

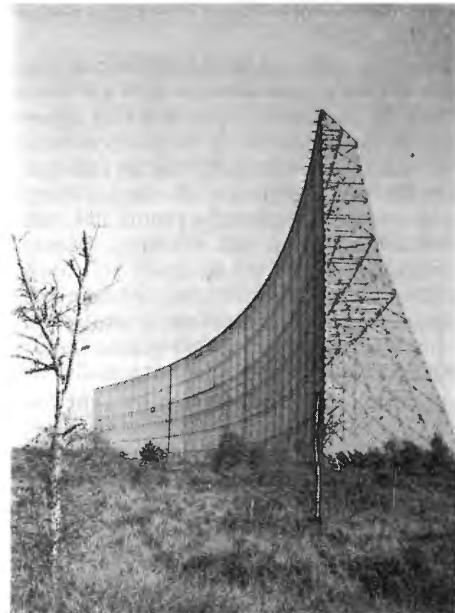
Le principali misure radioastronomiche possono essere ricondotte alla misura della *temperatura equivalente di antenna* e, attraverso questa, alla misura o al confronto di *temperature di brillanza* per le radiosorgenti estese. È bene perciò definire brevemente queste grandezze, prima di accennare alle antenne vere e proprie.

Un'antenna avente resistenza di radiazione R e immersa in ambiente isotermico a temperatura T, presenta ai suoi morsetti una tensione di rumore che è identica alla tensione che si avrebbe ai capi di un resistore di resistenza R a temperatura T. Ciò vale nella banda di frequenza in cui l'impedenza di antenna è effettivamente uguale a R. Un'antenna posta in ambiente non isotermico — come in ogni caso reale — fornisce ai suoi morsetti una tensione di rumore che dipende dalla temperatura fisica dei corpi che può « vedere », nonché da altre eventuali sorgenti di radiazione non termica. Si definisce « *temperatura di antenna* » la temperatura di un resistore di resistenza R, che fornisca la stessa tensione di rumore nella stessa banda di ricezione.

Se un'antenna direttiva perfetta fosse puntata su un corpo nero a temperatura T, la temperatura di antenna sarebbe uguale a T. Ciò non avviene in realtà, perché l'antenna ha sempre lobi secondari che raccolgono segnali da direzioni diverse da quella del corpo irradiante e perché il corpo irradiante non è mai perfettamente nero. Si può definire come *temperatura di brillanza* di una sorgente estesa, la temperatura fisica di un corpo nero che darebbe luogo in un'antenna puntata su di esso alla stessa temperatura di antenna provocata dalla sorgente, in una certa banda di frequenza.

Poiché le radiosorgenti differiscono sempre da un corpo nero, la loro temperatura di brillanza è più o meno dipendente dalla banda di frequenza considerata. Ad esempio, il Sole ha una temperatura di brillanza di circa 6000°K alle onde millimetriche (come del resto nell'infrarosso e nel visibile), mentre raggiunge il milione di gradi nel campo delle onde decametriche. Alcune sorgenti termiche (nebulose di emissione, cioè idrogeno inonizzato) hanno temperatura di brillanza costante dalle frequenze basse sino a qualche centinaio di [MHz], e poi hanno temperatura decrescente con la frequenza, in quanto divengono gradualmente trasparenti, a frequenze più alte. Le sorgenti più potenti, che emettono prevalentemente radiazione di sincrotrone, hanno una temperatura di brillanza che decresce rapidamente con la frequenza.

Qualsiasi tipo di antenna può — in linea di principio — essere usato per scopi radioastronomici. Poiché le onde che possono attraversare sia la ionosfera che la troposfera sono comprese approssimativamente tra 30 m e 1 cm, sono usati quasi tutti i tipi di antenna, scelti in relazione alla lunghezza d'onda e alle caratteristiche di sensibilità e potere risolutivo (precisione angolare) desiderate. Per conseguire alti guadagni, si impiegano riflettori parabolici, oltre a combinazioni di più elementi attivi o passivi. Per le onde più corte (sino ad alcuni centimetri) sono usati prevalentemente paraboloidi di rotazione o antenne a tromba. Per onde metriche e decimetriche sono usati paraboloidi, sia di rotazione sia ellittici e cilindrici, riflettori ad angolo (corner reflector), allineamenti di dipoli o di eliche. Per onde decametriche sono usati allineamenti di dipoli o riflettori ad angolo. Si deve tener conto che, mentre il potere risolutivo è proporzionale alle dimensioni dell'antenna in lunghezze d'onda, la sensibilità è proporzionale all'area utile dell'antenna in metri quadrati. Per di più, la radiazione di quasi tutte le radiosorgenti diminuisce con la frequenza. Perciò, alle grandi lunghezze d'onda è difficile ottenere elevato potere risolutivo, mentre alle piccole lunghezze d'onda la sensibilità è il fattore limitante, per cui sono convenienti le an-

tenne ad apertura completamente riempita, cioè di tipo convenzionale, mentre alle grandi lunghezze d'onda convengono le antenne composte (interferometri) e quelle sintetiche (interferometri compound, croci, sistemi di super sintesi).

Analizzando sia pure sommariamente i vari tipi di antenne, iniziamo da quelle per *onde centimetriche*, le quali non differiscono dalle antenne direttive per ponti radio altro che per le dimensioni, di solito maggiori, e per l'accuratezza della lavorazione. Si cerca di ridurre l'intensità dei lobi secondari con opportuna scelta del rapporto focale e — recentemente — con l'impiego del sistema Cassegrain dotato di riflettore ausiliario ad iperboloide. Si sono ottenute temperature equivalenti di antenna di poche decine di gradi Kelvin. Ciò ha permesso la scoperta della radiazione di fondo (1) di 3°K, di cui è permeato l'Universo. Passando alle antenne per *onde decimetriche*, nel campo compreso fra 1 m e 10 cm, si usano ancora paraboloidi, talvolta di grandi dimensioni (Parkes 64 m; Jodrell Bank 76 m; Green Bank 92 m) ma, ovviamente, costruiti con minore accuratezza. Sono state costruite grandi antenne sferiche (Arecibo, calotta di 305 m; Nançay, segmento di 300 × 35 m) (fig. 3), con particolari accorgimenti per ridurre le aberrazioni, nonché grandi antenne cilindroparaboliche (Vermilion River, 120 × 180 m (fig. 4); Medicina, 560 × 35 m; Sydney, 1600 × 12 m). Queste antenne danno preziose informazioni, ma non hanno un potere risolutivo sufficiente per affrontare molti problemi astrofisici e cosmologici. Alcune di esse, però, sono impiegate insieme ad antenne più piccole in modo da formare interferometri ad alto potere risolutivo, mentre le antenne di Medicina e di Sydney (come l'analoga di Serpukov, funzionante però a onde metriche) formano il braccio Est-Ovest di una croce.

Per quanto concerne le antenne per *onde metriche*, oltre alla già citata antenna a croce di Serpukov (1000 × 40 m), è notevole il cilindroparabolico di Cambridge (440 × 20 m) funzionante insieme a un elemento mobile su rotaie, di 55 × 20 m.

Accenniamo ora alle *antenne per lo studio del Sole*, basate sui presupposti per cui non è necessaria una elevata sensibilità e, per di più, si possono tollerare forti lobi secondari, purché siano spaziati dal lobo principale di oltre un grado. Sono perciò usati piccoli paraboloidi (da 0,5 a 10 m), per lo studio della radiazione del Sole nel suo insieme, e interferometri di vario tipo, per lo studio delle zone di emissione ristrette. Questi interferometri possono prendere la forma di croci di paraboloidi (criss-cross) simili nel funzionamento alle croci di Mills, ma aventi una risposta multipla che le rende inadatte allo studio di radiosorgenti più deboli. Dato il costo relativamente basso dei radiotelescopi per lo studio del Sole, esistono nel mondo, e anche in Italia (Firenze, Bologna, Trieste, Catania) molti osservatori di questo tipo.

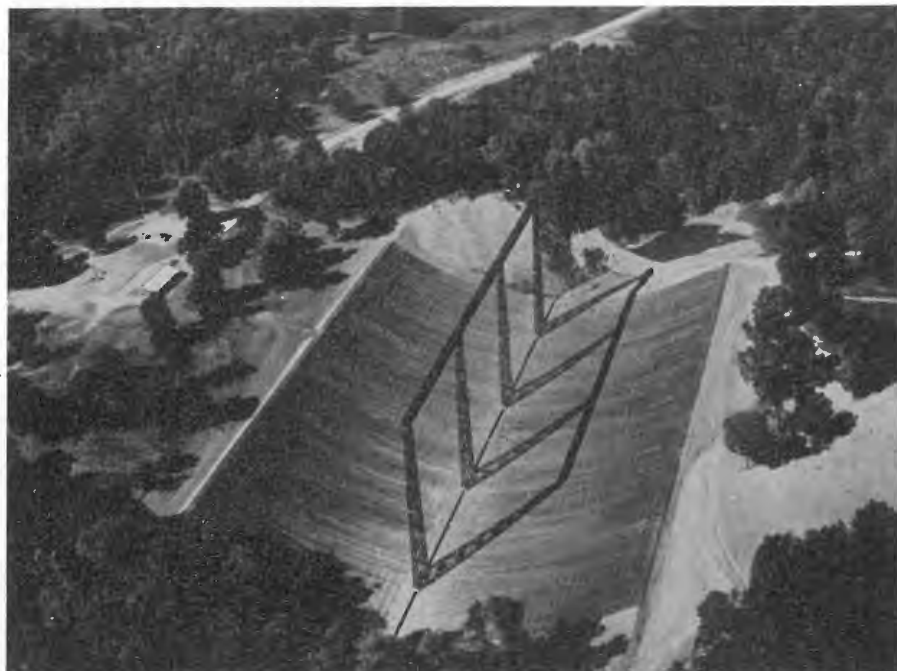
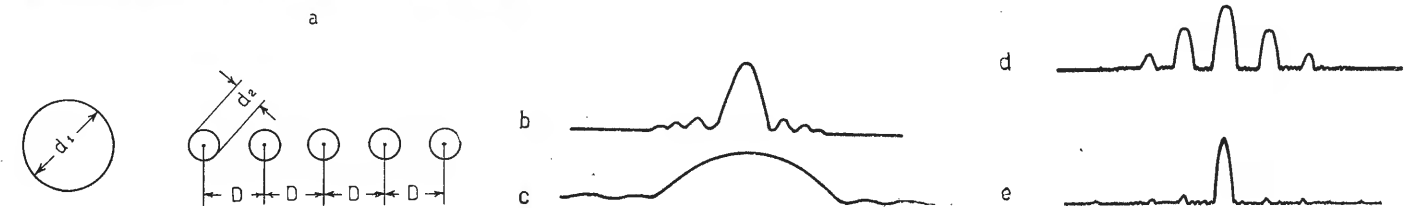
Per ottenere un elevato potere separatore e una sensibilità adeguata, in corrispondenza di lunghezze d'onda relativamente grandi, si usano *antenne di sintesi*. Infatti, a causa della lunghezza d'onda relativamente elevata, l'antenna di un radiotelescopio non può raggiungere il potere separatore dell'occhio umano (circa un primo). Per gli studi astrofisici e cosmologici che richiedono poteri separatori da qualche primo a qualche millesimo di secondo si deve ricorrere a sistemi di più antenne collegati in modo da « sintetizzare » antenne equivalenti aventi dimensioni da qualche centinaio di metri a qualche migliaio di chilometri. È possibile ottenere fasci «sintetici» o «equivalenti» moltiplicando i segnali raccolti mediante *correlatori*, cui accenneremo più avanti.

I sistemi sintetici più usati derivano da quelli ideati da Ryle, Mills e Christiansen. Il più recente metodo, detto « supersintesi », che sfrutta la rotazione della terra, il movimento equatoriale di due o più antenne e il moto di traslazione di una di esse, permette la sintesi di antenne di qualsiasi dimensione, con l'uso di paraboloidi di dimensioni relativamente modeste. Il potere separatore e la sensibilità del metodo sono enormi; unico inconveniente il ricorso estensivo a registrazioni in codice ed a complesse elaborazioni matematiche che possono essere fonti di errori, rilevabili solo a posteriori.

Fig. 3 - Lo specchio sferico del radiotelescopio di Nançay.

(1) Se si misura la temperatura equivalente di una antenna direttiva di alta qualità nel campo delle onde centimetriche, e se ne detraggono i contributi delle perdite resistive, dei lobi posteriori e delle radiosorgenti lontane, resta una temperatura di circa 3°K. Questa temperatura viene interpretata come effetto di una *radiazione di fondo*, avente lo spettro previsto dalla legge di Plank per un corpo nero. Si ritiene possa trattarsi della radiazione emessa dall'universo all'inizio della sua espansione (big-bang). Questa radiazione doveva avere il suo picco inizialmente nel campo dei raggi X, ma a causa dell'espansione dell'Universo, e dello spostamento Doeppler che ne consegue, sarebbe ora degradata sino al campo radio. Per tale ragione la radiazione di fondo è stata anche definita « radiazione fossile ».

Fig. 4 - Antenna cilindroparabolica del radiotelescopio di Vermilion River, USA.

Fig. 5 - *a*) Interferometro compound; *b*) diagramma del fascio del paraboloide maggiore; *c*) diagramma del fascio di uno dei paraboloidi minori; *d*) diagramma interferometrico risultante dalla somma dei segnali dei paraboloidi minori; *e*) diagramma risultante dal prodotto dei diagrammi *b*) e *d*).

Fig. 6 - Croce di Mills (particolare).

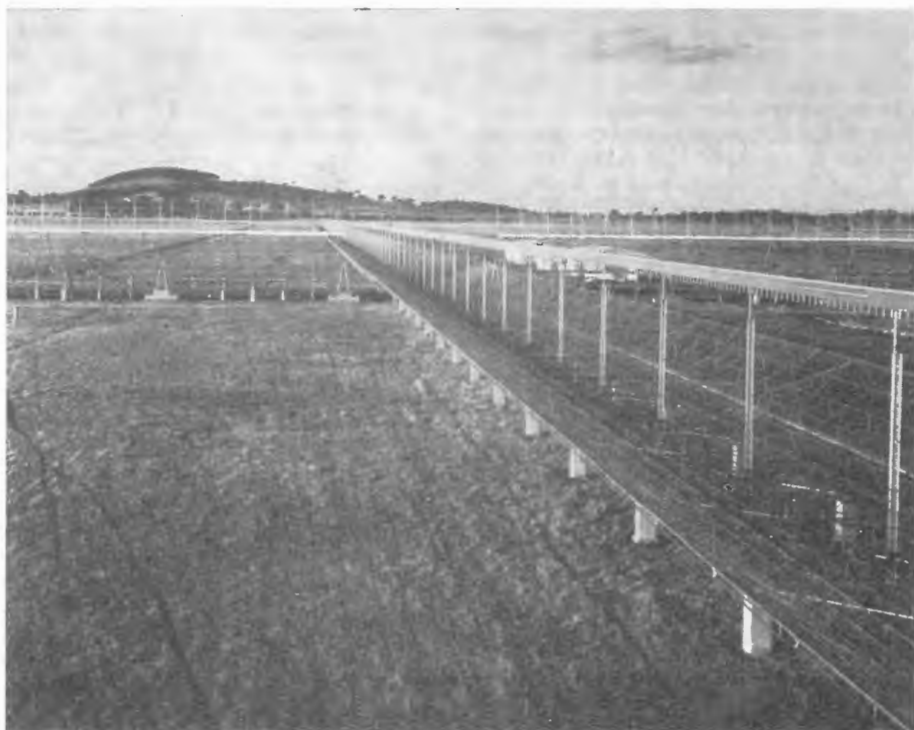



Fig. 7 - Croce di Mills, realizzata presso Sidney in Australia.

In altre parole, l'antenna sintetica è formata da almeno due antenne indipendenti, i cui segnali sono correlati, o moltiplicati, in modo tale da rendere il diagramma di antenna complessivo diverso non solo da quello delle antenne singole, ma anche da quello dell'interferometro formato dalle due antenne insieme. Il tipo più semplice di antenna sintetica è l'interferometro compound (monodimensionale). In fig. 5 sono rappresentate in *a*, miniantenna di diametro d_1 e cinque di diametro d_2, allineate con spaziatura D tra le antenne piccole.

In *b*, *c*, *d*, sono rappresentati rispettivamente i diagrammi delle antenne di diametro d_1, d_2 e del diagramma interferometrico di queste ultime. In *e* è rappresentato il diagramma risultante che si ottiene moltiplicando il segnale dell'antenna grande col segnale somma ottenuto dalle antenne piccole. Se è soddisfatta la condizione $d_1 > D$, il diagramma risultante ha un solo massimo principale.

Le *croci di Mills* (figg. 6 e 7) sono costituite da due antenne di forma allungata poste in croce. Ogni ramo fornisce un fascio a ventaglio (fan beam) avente un'apertura angolare stretta in una sola direzione. Se si combinano in un correlatore i segnali raccolti dai due rami, si ottiene un fascio a pennello (pencil beam) che grossolanamente coincide con l'intersezione dei due fasci a ventaglio.

La *croce del Nord* (figg. 8, 9 e 10) (Medicina, Bologna) è intermedia tra le croci di Mills e gli interferometri compound, in quanto il ramo Est-Ovest, cilindroparabolico, fornisce un fascio a ventaglio che viene correlato col diagramma a frange fornito dall'interferometro a 32 antenne che costituisce il ramo Nord-Sud. Ne risulta un fascio a pennello di 3 × 10 primi di apertura. Alcuni strumenti a sintesi, in particolare quelli impiegati a Cambridge, sono formati da un solo ramo « reale », mentre il secondo ramo viene descritto dalle successive posizioni, in giorni successivi, di un segmento di dimensioni limitate. I risultati vengono raccolti e poi elaborati mediante calcolatore elettronico: il risultato finale è equivalente ad un fascio a pennello.

La tecnica di sintesi mediante osservazioni successive è stata estesa nel più recente strumento di Cambridge col metodo detto di *supersintesi* (fig. 11) o *sintesi rotazionale*. In tale metodo, le antenne sono di piccole dimensioni (paraboloidi da 20 m) ma sono dotate di movimento equatoriale, possono cioè seguire un punto fisso del cielo per molte ore. Durante tale periodo, la rotazione terrestre fa ruotare la « base » (cioè la congiungente tra le antenne). I segnali delle due (o più) antenne vengono correlati e registrati continuamente. Nel giorno successivo, una delle antenne viene spostata in modo da variare la lunghezza della base. Dopo un numero sufficiente di osservazioni della stessa zona di cielo, sono stati raccolti

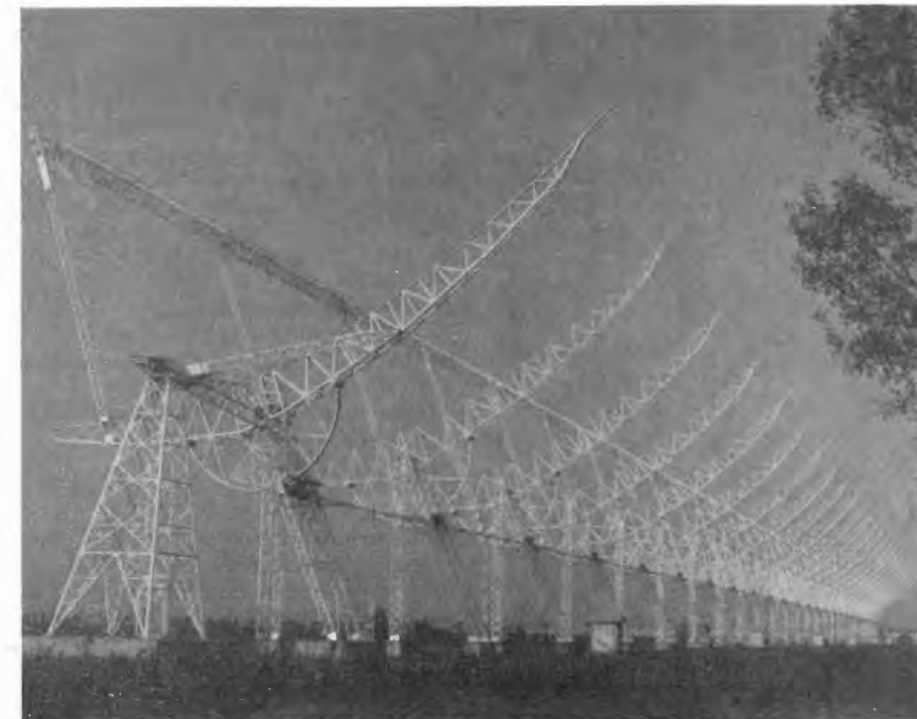



Fig. 8 - Il braccio Est-Ovest della croce del Nord di Medicina (Bologna); sotto l'antenna, le cabine di preamplificazione.

tutti i dati necessari a ricostruirne la mappa, mediante un calcolatore, come se un fascio a pennello di un'antenna di enormi dimensioni (1 miglio) l'avesse esplorata punto per punto. Per ridurre il numero di osservazioni necessarie, si possono usare più di due antenne; ciò ha anche il vantaggio di ridurre la lunghezza delle costose rotaie di precisione, necessarie per spostare l'antenna mobile. Sistemi di supersintesi sono stati successivamente costruiti in Olanda, California, Australia e Cina. Le *occultazioni lunari*, ossia, il passaggio di una radiosorgente dietro la Luna, possono essere studiate con normali antenne paraboliche. Per sfruttare al massimo il metodo (che può fornire la posizione accurata delle sorgenti) è stato costruito in India uno strumento particolare dotato di un'antenna cilindroparabolica lunga 500 metri. Data la vicinanza all'equatore (lat. 11° N), è stato possibile costruire il cilindro con asse di rotazione parallelo all'asse terrestre. In tal modo la Luna può essere seguita per 8 ore su 24, con un radiotelescopio avente un'area efficace molto superiore

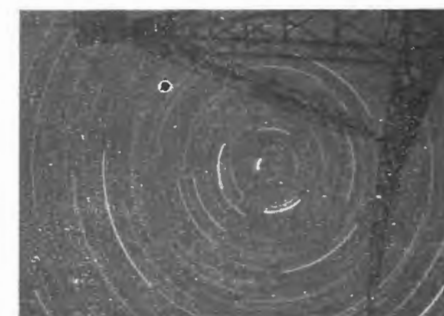



Fig. 9 - Una parabola della croce del Nord, sullo sfondo del polo celeste (posa di 3 h 30 m).

Fig. 11 - Alcuni elementi del radiotelescopio a supersintesi di Westerbork, Nuova Zelanda.

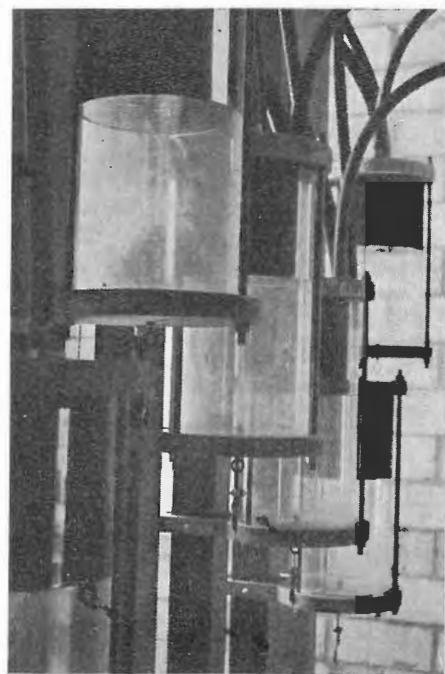



Fig. 10 - Cabina di manovra degli sfasatori a kerosene della croce del Nord.

a quella ottenibile mediante un paraboloide orientabile.

In radioastronomia si usano pure antenne sferiche. Un riflettore sferico ha il vantaggio, rispetto ad uno parabolico, di poter variare la direzione di puntamento senza che la messa a fuoco sia compromessa. È però necessario correggere l'aberrazione sferica, o mediante un correttore di Schmidt o con una particolare struttura dell'illuminatore.

Il primo sistema è usato nel radiotelescopio di Nançay, nel quale lo specchio mobile ha il doppio scopo di permettere il puntamento in declinazione e di correggere l'aberrazione dello specchio sferico fisso. Tale radiotelescopio è derivato dalla *antenna di Kraus*(2), nella quale, però, il riflettore fisso è parabolico e il riflettore mobile è piano. Il radiotelescopio di Nançay ha però il vantaggio di poter seguire le sorgenti per circa un'ora mediante un sistema ricevente focale mobile su rotaie. Il radiotelescopio di Arecibo (Portorico) effettua invece la correzione mediante un illuminatore a fase variabile, costituito da una guida d'onda fessurata lunga 30 m. L'illuminatore è mobile per 20 gradi rispetto allo zenit, mentre lo specchio sferico è ancorato all'interno di una conca naturale opportunamente adattata. Il diametro è di 1000 piedi (305 m).

6. - IL CORRELATORE

Il correlatore, in linea di principio, fa parte dell'antenna, pur essendo di solito collocato all'uscita di due o più ricevitori. Esso è un dispositivo che consente la misura del fattore di mutua correlazione fra due segnali. In radioastronomia — in particolare — si usano correlatori nella sintesi di antenna cui già abbiamo accennato. In pratica il correlatore è un rivelatore la cui uscita è proporzionale al prodotto di due segnali applicati, quando questi sono correlati e in fase. Se i segnali sono parzialmente correlati e sfasati, l'uscita è proporzionale anche al fattore di mutua correlazione (cross-correlation) e al coseno dello sfasamento.

Circuitalmente il correlatore è simile a un modulatore bilanciato o rivelatore a prodotto. L'assenza, nelle comuni applicazioni radioastronomiche, di un segnale di riferimento di frequenza e di ampiezza costanti rende difficile ottenere un buon funzionamento del correlatore nei riguardi della reiezione delle componenti incorrelate del segnale e della dinamica. I primi correlatori usati erano del tipo somma-differenza, a commutazione o istantanei. Nel tipo a commutazione di fase, uno dei due segnali viene invertito periodicamente di fase all'ingresso di uno dei ricevitori (se i ricevitori sono supereterodina, conviene invertire la fase dell'oscillatore locale) e i segnali all'uscita sono sommati linearmente, poi rivelati con legge quadratica e applicati ad un rivelatore sincrono a bassa frequenza sincronizzato col commutatore di fase. Per metà del tempo si effettua così l'operazione $(A + B)^2$, in cui A e B sono i due segnali, e per l'altra metà l'operazione $(A - B)^2$. Il rivelatore sincrono effettua la differenza $(A + B)^2 - (A - B)^2 = 4AB$. Si ha così il prodotto, per segnali interamente correlati e in fase. Se tale ipotesi non è verificata si può dimostrare che interviene il fattore cos φ (in cui φ è lo sfasamento) per le componenti correlate e che le componenti incorrelate danno un'uscita nulla purché siano mediate per un tempo sufficientemente lungo. Questo tipo di correlatore dà buoni risultati, ma è di costruzione molto complessa, perciò Blum ha introdotto in radioastronomia il correlatore istantaneo, che ha la forma di un modulatore bilanciato a diodi. Le operazioni sono le stesse indicate, ma avvengono contemporaneamente e continuamente in una coppia di diodi che ricevono rispettivamente segnali $\sqrt{2}(A+B)$ e $\sqrt{2}(A-B)$, ottenuti mediante un ibrido (a costanti concentrate o ad anello). Le difficoltà di appaiamento dei diodi e la variabilità della loro impedenza coi segnali riducono però la reiezione ottenibile a circa 20 dB e la dinamica a circa 6 dB.

Più recentemente è stato possibile costruire correlatori a moltiplicazione diretta, con reiezione delle componenti incorrelate e dinamica di 40 dB. Nel correlatore di Frater si usano quattro transistori in un amplificatore a differenza il cui carico di emettitore è un secondo amplificatore a differenza. Nel correlatore di Sinigaglia si usano due transistori a effetto di campo (F.E.T.) complementari in un modulatore bilanciato funzionante nella zona della caratteristica vicina all'origine.

L'eliminazione dall'uscita di un correlatore del valor medio dei segnali incorrelati riduce fortemente l'instabilità del livello di uscita dovuta a instabilità del guadagno. Si è pensato perciò di usare correlatori anche con antenne radioastronomiche non sintetiche. Si divide, in questo caso, il segnale dell'unica antenna in due parti uguali, e dopo averle amplificate in due ricevitori uguali (e, se supereterodina, aventi in comune l'oscillatore locale) si applicano ad un correlatore. Il miglioramento della stabilità è nel rapporto $T_A - T_R / T_A + T_N$ come in un radiometro di *Dicke*(3), ma il rapporto segnale disturbo peggiora solo di un fattore $\sqrt{2}$ (anziché 2). In questo caso T_R è la temperatura del resistore di carico dell'ibrido o dell'isolatore necessario a dividere in due il segnale senza che i rumori dei due ricevitori si mescolino.

A.

(2) Sistema di antenna radioastronomica formata da un riflettore piano orientabile, un riflettore parabolico fisso e una antenna a tromba. Una variante dell'antenna di Kraus, costruita a Nançay, Francia, usa uno specchio quasi-piano (correttore di Schmidt) orientabile, uno specchio sferico fisso ed una antenna parabolica mobile su rotaie.

(3) Nel metodo di confronto di Dicke, l'antenna viene periodicamente sostituita, mediante un commutatore rapido meccanico o elettronico, con un resistore avente resistenza uguale all'impedenza della linea di antenna e tenuto a temperatura costante. Il segnale amplificato e rivelato viene inviato ad un rivelatore sincrono, sincronizzato con il commutatore. Il segnale di uscita è proporzionale alla differenza tra la temperatura equivalente di antenna e la temperatura del resistore. Le instabilità di livello, a parità di instabilità di guadagno, sono ridotte nel rapporto $T_A - T_A / T_R + T_N$, in cui T_A = temperatura di antenna; T_R = temperatura del resistore; T_N = temperatura di rumore del ricevitore. Il rapporto segnale disturbo viene però peggiorato di un fattore 2.

J. Dessaucy

I satelliti di telecomunicazioni e la TV

problemi economici, politici e tecnici visti da Parigi*

Dove siamo nel campo dei satelliti di telecomunicazioni? Quali sono quelli attualmente in funzione? Le caratteristiche di quelli in via di costruzione? I progetti a lunga scadenza? È a queste domande che risponde J. Dessaucy, Segretario dell'Ufficio delle comunicazioni via satelliti (OCOSAT).

Ormai sono in orbita satelliti di telecomunicazioni (Early Bird, Blue Bird, Molnya, A.T.S.), che collegano i continenti tra loro. Il progresso in questo ambito non è condizionato, come invece si potrebbe credere, da problemi di ordine tecnico, ma piuttosto da difficoltà economiche e politiche. I satelliti di telecomunicazione hanno questo di caratteristico: essi richiedono una stretta collaborazione internazionale, sia per la costruzione del satellite, sia per il suo lancio o, in ogni caso, per la sua utilizzazione. In realtà, per comunicare, bisogna essere in due! A che serve un paese (come gli USA o l'URSS per es.) che possiede la potenza tecnologica necessaria per mettere in orbita una macchina che trasmette i suoi segnali verso paesi situati dall'altra parte dell'Oceano, se laggiù non si trova alcun interlocutore a riceverli?

1. - L'INTELSAT

Da questa osservazione scende la necessità di una collaborazione internazionale. Era l'idea del Presidente Kennedy quando diceva: « Io invito ancora una volta tutte le nazioni del mondo a partecipare ad un sistema di comunicazioni mediante satelliti, nell'interesse della pace mondiale, e di una fraternità ancora più stretta fra tutti i popoli del mondo ». Poco tempo dopo fu creato, nel 1954, l'INTELSAT.

Il 14 agosto 1967, il Presidente Johnson ripetè lo stesso richiamo: « Noi costituiremo un sistema mondiale di satelliti di comunicazioni, che sarà accessibile a tutte le nazioni, grandi o piccole, costituite o in corso di costituzione, su una base di non discriminazione ».

L'INTELSAT (International Telecommunications Satellite Consortium) comprende oggi sessantun nazioni. Numerosi paesi dell'Africa, dell'America, dell'Oceania e la maggior parte dei paesi dell'Europa Occidentale, ne sono membri.

I paesi dell'est hanno rifiutato di farne parte. Nell'Intelsat, la parte del leone spetta agli USA che detengono il 54% delle azioni, attraverso la loro agenzia nazionale, la COMSAT (società privata per azioni costituita dal « Communication Satellite Act »). Inoltre, è convenuto che la partecipazione degli Stati Uniti non potrà essere inferiore al 50%. Ancora, gli USA assicurano la gestione del sistema internazionale, che è stato affidato alla Comsat.

Per i membri dell'Intelsat, questo predominio degli USA non è scevro da inconvenienti, poichè gli USA lo difendono con accanimento.

Però le cose cambieranno: i firmatari degli accordi del 1954, che reggono l'Intelsat, avevano preso la precauzione di impegnarsi solo per 5 anni. Gli accordi arriveranno a scadenza il 31 dicembre 1969. I concorrenti degli USA e specialmente i paesi europei si apprestano a non lasciarsi ingannare.

L'egemonia americana si manifesta sotto diverse forme, talvolta irritanti. Per esempio, le richieste di forniture dovevano, in principio, essere inviate alle ditte di tutti i paesi partecipanti, capaci eventualmente di rispondervi. Ma, o la Comsat dimentica di trasmettere le richieste di fornitura alle ditte europee, oppure lo fa intempestivamente. In questo caso, o le ditte non rispondono, visto i termini brevissimi loro imposti, o rispondono, ma senza alcuna possibilità di successo, perchè per mancanza di esperienza, i prezzi non possono stare in concorrenza, e se lo possono, le ditte non sono in grado di offrire garanzie di funzionamento, che offrono le ditte americane, che hanno già costruito satelliti analoghi per la NASA o per l'Intelsat. Bisogna riconoscere che recentemente gli Americani hanno fatto uno sforzo accordando alle ditte europee un tempo di esecuzione superiore a quello accordato alle ditte americane. Altra previsione di buona volontà: la Comsat ha aperto un ufficio a Ginevra, il 1° marzo u.s., allo scopo di sviluppare le sue relazioni con gli organismi e governi europei. Ciò è forse dovuto al fatto che le trattative per i nuovi accordi sono in vista...

(*) *Télévision*, n. 182, aprile 1968.

Queste difficoltà hanno assai inasprito gli Europei, in modo che si è formato un « partito europeo ». È stata lanciata l'idea di costituire un *Eurosat* che raggruppasse i paesi europei al momento delle trattative e che, d'altra parte, creasse eventualmente un sistema regionale europeo di satelliti di telecomunicazioni.
L'Intelsat monolitico, così come esiste oggi, costruito sulla bella idea di un unico sistema mondiale, sopravvivrà sotto la sua forma attuale agli assalti delle discussioni? Ciò non è pensabile. Se durante le trattative non si verificherà qualche scisma, sarà perchè i firmatari avranno ottenuto sostanziali concessioni da parte degli Stati Uniti. Notiamo l'idea avanzata, al tempo del X Colloquio di Diritto spaziale, che si è tenuto a Belgrado, da M. Voge, rappresentante della Francia all'Intelsat, e cioè che tutti si sono messi d'accordo per utilizzare satelliti di tipo sincrono. Si prevedono 3 gruppi di satelliti: sopra l'Oceano Atlantico, l'Oceano Pacifico e l'Oceano Indiano. Perchè il mondo intero parteciperebbe alla proprietà di questi satelliti « fissi »? Ciascun satellite dovrebbe essere posseduto dal gruppo di paesi che esso serve. Quanto all'Atlantico, dove il traffico telefonico è più intenso (50% del traffico mondiale), potrebbe essere suddiviso in due, secondo la tabella II.
A questo modo gli USA non avrebbero che una parte nel satellite Atlantico occidentale e nel satellite Pacifico. Essi avrebbero in comune questa proprietà con il Canada e con i paesi dell'America latina.
Considerato in questo modo, il problema ammetterebbe la costituzione, al di fuori dell'Intelsat, di un sistema europeo, che serva ad un tempo l'Europa e l'Africa.

TABELLA I - ***Flotta spaziale dell'Intelsat.***

Nome del satellite	Data del lancio	Situazione	Capacità
Serie Intelsat I (un solo esemplare) Early Bird	6 aprile 1966	Atlantico	240 canali telefonici (2 canali TV)
Serie Intelsat II n° 1 (Lani Bird)	26 ottobre 1966	Pacifico (lancio parzialmente fallito)	240 canali tel. (2 TV)
n° 2 (Canary Bird)	11 gennaio 1967	Atlantico	240 canali tel. (2 TV)
n° 3	27 settembre 1967	Pacifico	240 canali tel. (2 TV)
Serie Intelsat III 6 satelliti	a partire dal 1968	Sopra gli oceani	1200 canali tel. (4 TV)
Serie Intelsat III 1/2 2 satelliti	metà 1969	Pacifico, Atlantico e Indiano	1900 canali telefonici
Serie Intelsat IV	a partire dalla metà del 1970		5000 canali telefonici

TABELLA II

Satellite	Servizio TRANS	Servizio INTRA (paesi proprietari)	Proporzione del traffico prevista per il 1972; %
Atlantico ovest	Atlantico	America N e S	25
Atlantico est	Atlantico	Europa-Africa-Oceania	25
Pacifico	Pacifico	America N e S	25
Indiano	Indiano	Asia	25

TABELLA III - ***Stazioni a terra in esercizio o in progetto.***

Continente	Paesi o stazioni al suolo	Osservazioni
America del Nord	Andover (Maine), Brewster (Stato di Washington), Paumalu (Oahu - Hawai), Mill Village (Nuova Scozia - Canada)	in esercizio
	Virginia occidentale, California del Sud, Porto Rico	in corso di realizzazione
America centrale	Messico e Panama	in esercizio entro il 1968
America del Sud	Brasile, Cile, Colombia, Equatore, Venezuela, Argentina, Perù, Paraguay	fino al 5° in eserc. nel 68 6° e 7° in eserc. entro il 69 8° e 9° in progetto
Europa	Pleumeur-Bodan (Francia), Raisting (Marano, Germania occidentale), Roma (Italia), Goonhilly Downs (Cornailles, Gran Bretagna), Buitrago (Spagna) 2ª antenna a Raisting e Goonhilly Downs Belgio, Scandinavia (per servire Norvegia, Svezia e Danimarca), Svizzera, Jugoslavia, Grecia (prima del 1970)	in esercizio in esercizio entro il 1968 in progetto
Medio Oriente	Bahrein, Iran, Israele, Kuwait, Pakistan occidentale e orientale, Arabia Saudita Libano, Turchia	in progetto (prima del 1970) in progetto
Africa	Costa d'Avorio, Nigeria Marocco, Senegal Algeria, Etiopia, Kenia, Sudan	in esercizio entro il 1968 in esercizio entro il 1969 in progetto
Asia	Ibaraki (Giappone), Filippine, Tailandia Indonesia, Taiwan, Hong Kong, India, Ceylon, Corea, Malaasia 2ª antenna giapponese a Honshu Singapore	in esercizio in esercizio entro il 1968 in esercizio entro il 1969 in progetto
Oceania	Morea (costa orientale dell'Australia) Costa occidentale dell'Australia Nuova Zelanda	in esercizio entro il 1968 in esercizio entro il 1969 in progetto

tecnica e circuiti

I satelliti possono dunque essere classificati in due gruppi: quelli che sono essenzialmente destinati a collegare tra loro punti situati su continenti diversi (Europa, America, Oceania...); si tratta cioè di collegamenti transoceanici; ma si è presto constatato che esisteva una seconda categoria di possibili collegamenti per i quali i satelliti sarebbero straordinariamente utili: i collegamenti intracontinentali, diciamo nazionali (2° gruppo di satelliti).

2. - LE RETI NAZIONALI

Negli USA, numerosi progetti pretenderebbero di coprire tutto il territorio per mezzo di diversi satelliti, le emissioni dei quali (in un primo stadio) sarebbero ritrasmesse da stazioni al suolo.
I progetti sbocciano da tutte le parti: le catene A.B.C. e N.B.C., la Fondazione Ford, la R.C.A. e la Comsat... hanno depositato i loro rispettivi piani davanti alla F.C.C.
È così che è sorto un conflitto fra la Comsat e le altre organizzazioni; la Comsat pretende che la legge che l'ha costituita le accordi il monopolio della gestione dei satelliti, ivi compresi quelli per il servizio interno degli USA. I sostenitori degli altri progetti avanzano evidentemente la tesi inversa. La verità è che il testo della legge è ambiguo. Il conflitto è diventato talmente acuto e la situazione talmente imbrogliata che nell'agosto scorso Johnson ha deciso di nominare un Comitato di lavoro per consigliarlo in materia di comunicazioni via satelliti, comitato che deve depositare la sua relazione per il mese d'agosto p.v. D'altra parte, la Comsat ha riconosciuto il diritto a ciascuna nazione di stabilire un sistema di utilizzazione nazionale, con la riserva che questo sistema domestico sia coordinato con il sistema Intelsat.

3. - IL SISTEMA SOVIETICO

Da parte loro, i Sovietici, con i loro satelliti « Molnya » non restano inattivi. Questi satelliti, detti « sub sincroni », eseguono un'orbita fortemente ellittica, con il tempo di rivoluzione di 12 ore, in modo che essi sono ogni giorno allo stesso posto e alla stessa ora. Restando visibili per il 70% del tempo, essi permettono di stabilire collegamenti tra i punti estremi dell'U.R.S.S. Finora, 7 « Molnya » sono stati immessi in orbita. Si tratta in qualche modo del 1° sistema nazionale. I Sovietici progettano anche la messa in orbita di satelliti sincroni (posti sopra l'Equatore), che loro permetteranno di entrare in contatto con l'emisfero meridionale. Si noti che una stazione ricevente sarà costruita a Cuba.
Nell'aprile 1967, i Sovietici hanno annunciato che progettavano di creare pure un sistema internazionale di collegamenti attraverso satelliti, aperto a tutte le nazioni in virtù di una risoluzione dell'O.N.U.: « Le comunicazioni per mezzo di satelliti devono essere accessibili a tutte le nazioni, il più rapidamente possibile su una base mondiale e non discriminatoria ».

4. - IL FUTURO SISTEMA EUROPEO

Quanto all'Europa, essa non vuole restare rimorchiata per ragioni politiche o economiche. Vuole essere presente in Europa dapprima, ma anche nel terzo mondo, al momento in cui le due grandi e altri la irroreranno con i loro programmi.
Ma l'Europa può farsi del male. I sostenitori trovano difficoltà ad intendersi. Se i lavori di messa a punto del missile «Europa» avanzano, (non basta possedere satelliti, occorre anche disporre di un razzo per lanciarli!) non è lo stesso per la costruzione dei satelliti. Fiaccati da vane discussioni, i Francesi hanno finalmente deciso di costruire il loro proprio satellite « Saros ». Ben presto i Tedeschi si sono uniti a loro. Questo satellite franco-tedesco ha allora preso il nome simbolico di « Symphonie ». Secondo le ultime notizie, il Belgio parteciperà come subcontraente per il 4% alla costruzione di « Sinfonia », un motore di 170 kg, che sarà lanciato dalla base francese della Guiana (situata quasi sull'Equatore) nel 1971 o 1972.
Mentre scriviamo, una riunione dei primi ministri europei è prevista, allo scopo (può darsi) di mettersi definitivamente d'accordo sulla costruzione in comune della seconda « generazione » di satelliti di telecomunicazioni. Ma il fatto è che la Gran Bretagna non si dimostra collaboratrice, gli Stati Uniti avendole fatte proposte seducenti (le lanceranno i suoi satelliti di telecomunicazione militari) e pare pure che l'Europa spaziale non sia ancora cosa compiuta.
Frattanto, un recente studio di mercato pubblicato dall'Eurospazio (associazione europea delle industrie interessate allo spazio) dimostra che un satellite di telecomunicazioni europeo sarebbe redditizio. Un cliente importante si è già presentato: l'EUROVISIONE. Il satellite, pur semplificando il procedimento di scambi dell'Eurovisione, le permetterebbe di servire una zona molto più vasta.
Per l'Eurovisione, un satellite di distribuzione presenterebbe i seguenti vantaggi:
— un esercizio più facile; il satellite permette, tra le altre cose, una sem-

Fig. 1 - Potenza e pesi necessari per coprire una certa superficie del globo. Il vantaggio è da ascriversi evidentemente alle frequenze più alte.

plificazione dei processi di scambio, una via di telecomando, che consente di commutare ogni stazione a terra da trasmittente a ricevente e viceversa (secondo il punto da cui provengono le immagini);

— un'estensione della zona coperta a paesi come la Grecia, l'Islanda, la Turchia e i paesi del vicino Oriente, che altrimenti non potrebbero essere collegati alla rete;

— un'estensione della copertura all'Africa.

L'Eurovisione vorrebbe poter disporre di un satellite di distribuzione capace di diffondere simultaneamente due programmi di televisione comportanti le seguenti caratteristiche:

1) un canale video (6 MHz) capace di ritrasmettere tanto le immagini bianconero, quanto quelle a colori secondo i sistemi PAL o SECAM;

2) un canale audio di alta qualità (12 kHz) detto « canale radiofonico »;

3) 20 canali di commentari (per le diverse lingue), ciascun canale deve avere una larghezza di banda di 3400 Hz (larghezza di banda di un circuito telefonico); tuttavia, se il numero di commentari è inferiore a 20, bisogna poter raggruppare vari canali telefonici per aumentare la larghezza di banda;

4) un canale di telecomando, che permetterà, a partire dal Centro di controllo dell'Eurovisione, di commutare il funzionamento di una stazione da « ricevitore » a « trasmettitore » e inversamente. Questo canale dovrebbe poter trasportare da 1000 a 2000 bit/secondo.

La trasmissione si farà in una delle tre bande seguenti: 4 GHz, 7 GHz e 12 GHz. Sebbene non sia stata ancora presa nessuna decisione sembra che sarà adottata la banda 7 GHz.

Una ventina di stazioni riceventi potrebbero essere costruite rapidamente in Europa e nell'Africa settentrionale. In seguito, altre stazioni saranno disposte in tutta l'Africa. Infine stazioni supplementari saranno erette in Europa. L'investimento dell'Eurovisione in questo satellite europeo, arriverebbe a 10 milioni di dollari per il primo anno, e aumenterebbe in seguito del 10% all'anno.

5. - I SATELLITI DI DIFFUSIONE DIRETTA

Se siamo alla soglia della messa in esercizio dei satelliti di distribuzione, rimane il fatto che la tappa più interessante sarà compiuta con i satelliti di diffusione diretta. Questi satelliti comporteranno trasmettitori sufficientemente potenti per diffondere direttamente immagini di TV in tutte le case.

Certo, per ciò che riguarda questi satelliti di diffusione diretta, siamo ancora allo stadio di studio: questi studi fioriscono numerosi da tutte le parti... Bisogna confessare che le prospettive sono le più seducenti.

I primi satelliti di diffusione diretta copriranno solo una zona relativamente piccola; la loro potenza di emissione sarà concentrata entro uno stretto lobo. Tuttavia uon bisogna spaventarsi per l'espressione «lobo stretto»: un pennello circolare di 4°, basterebbe a coprire l'Europa.

Questo pennello potrebbe essere schiacciato e diventare ellittico. Così un'ellisse di 8°15' su 2°30' potrebbe coprire l'Indonesia. Questa ellisse ricoprirebbe la forma del paese o della regione che si vuole servire. Certi progetti europei ufficiali prevedono che un simile satellite concentrante la sua energia sulla Francia potrebbe essere lanciato nel 1976.

5.1. - I vari fattori

Il segnale che sarà in definitiva applicato all'entrata del ricevitore dipende da un complesso di fattori: la potenza del trasmettitore, la larghezza di banda, il suo tipo di modulazione, la sua antenna trasmittente, l'antenna di ricezione a terra, il preamplificatore di antenna, l'adattatore.

Esaminiamo successivamente questi diversi fattori.

a) *La potenza del trasmettitore*

Il nocciolo del problema manifestamente risiede nella potenza del trasmettitore; si capisce facilmente che, se si dispone di una potenza enorme (dell'ordine di qualche MW), la ricezione con un ricevitore domestico risulta facilitata, poichè non si interpone alcun ostacolo fra il trasmettitore e il ricevitore. Tuttavia, bisogna tener conto di un limite relativo e di un limite assoluto. Il limite assoluto è fissato dall'U.I.T. (Unione Internazionale delle Telecomunicazioni); il campo al suolo è limitato a 152 dBW/m² a 4 GHz, per non disturbare i servizi terrestri operanti alle stesse frequenze. Il limite che abbiamo chiamato relativo è quello che ci è imposto dalla massa dei satelliti che è possibile porre in orbita in un prossimo avvenire, cioè, in definitiva, la potenza del trasmettitore installato a bordo, potenza limitata dalla capacità della sorgente di alimentazione (si tratta fino ad ora di cellule solari).

Il più potente dei satelliti attualmente in orbita è l'A.T.S.3 (Applica-tions Technology Satellite), che è stato lanciato il 5 novembre 1967 dalla NASA e che pesa circa 450 kg (tenuto conto che trasporta altri apparecchi oltre un relè di TV). La potenza effettiva irradiata è 1 kW, cioè è quasi nella gamma di potenze dei satelliti di diffusione diretta. Sebbene non sia previsto alcun esperimento di ricezione diretta, la Hughes Aircraft Company (che ha costruito l'A.T.S. e che è stata la prima a difendere l'idea dei satelliti sincroni), sta tentando una simile ricezione.

b) *La larghezza di banda*

È ben noto che a parità di potenza di trasmissione, più la larghezza di banda è stretta, più l'emissione sarà potente. In mancanza di disporre di una potenza di trasmissione enorme, è giocoforza limitarsi ad una larghezza di banda ragionevole: « Early Bird » può ritrasmettere un segnale di una larghezza di banda equivalente a due canali TV; le macchine che l'Intelsat lancerà quest'anno potranno trasmetterne quattro.

c) *Il tipo di modulazione*

Analogamente al suono, l'immagine può essere modulata in MA o in MF. Certo, noi siamo abituati ad un video modulato in ampiezza. Ma perchè non modulare in frequenza? Saremo d'altronde pure obbligati a ricorrere ad essa per i primi satelliti di diffusione diretta, perchè questo sistema richiede meno energia elettrica della modulazione di ampiezza. In tal modo, per servire l'Europa, alla frequenza di emissione di 4 GHz, un satellite di 150 kg sarà sufficiente se si utilizzerà la MF; mentre esso dovrebbe pesare 2.000 kg per impiegare un trasmettitore MA (massa impossibile da inviare in orbita con il razzo europeo attuale « Europa »). Bisognerà dunque, in un primo tempo, trasmettere in MF, il che presupporrà che i ricevitori domestici siano muniti di un convertitore. In un secondo tempo, quando le trasmissioni potranno farsi in MA, i ricevitori richiederanno solo una modifica: un adattatore con un'entrata accordata sulla frequenza di emissione del satellite (banda 4 ÷ 12 GHz).

d) *L'antenna di trasmissione*

La configurazione dell'antenna di trasmissione, la sua orientazione e l'apertura del suo fascio avranno importanza. Il sistema di antenna dovrà essere concepito in modo che il satellite possa orientare il suo fascio verso una data regione del globo. O meglio, diverse antenne orienteranno i loro fasci, disegnando ellissi o cerchi su regioni diverse, e ciò, simultaneamente o successivamente (secondo i fusi orari).

Notiamo che l'antenna « controrotativa » andrà probabilmente generalizzandosi. Bisogna ricordarsi che il satellite gira su se stesso come una trottola, trascinando l'antenna nella sua rotazione. Una grande parte dell'energia viene così dissipata in pura perdita, poichè l'antenna compie 360° (mentre la Terra è vista sotto un angolo di appena 17°). L'antenna « controrotativa » è un'antenna composta di diversi segmenti installati tutt'intorno al trasmettitore, in senso inverso alla rotazione del satellite. L'effetto della rotazione viene così neutralizzato. Sono stati sperimentati numerosi sistemi di antenne controrotative, alcuni meccanici, altri elettronici.

e) *L'antenna a terra*

Il lettore non imparerà niente di nuovo se si richiama che la qualità del segnale applicato al ricevitore dipende dalle caratteristiche dell'antenna ricevente, cioè anzitutto dalla sua apertura. Qui ci si può rivolgere la domanda: quale apertura massima si può ammettere per un'antenna di uso particolare? Gli esperti stimano che il massimo sia 2 m. Se un fanatico qualunque può permettersi di erigere nel suo giardino un'antenna gigantesca di 6 o 7 metri di apertura, la comunità dei telespettatori non vorrà, nè potrà, ammettere una simile costruzione.

f) *Il preamplificatore d'antenna.*

Sarà indispensabile amplificare il segnale ricevuto da questa antenna di dimensioni modeste, con un amplificatore di qualità, allo scopo di assicurarsi qualche dB supplementare.

g) *L'adattatore*

Un adattatore sarà in ogni caso necessario, sia che si tratti di convertire la MF in MA, poi di sfruttare un cambiamento di frequenza, sia che la trasmissione si faccia in MA e che occorra solo un cambiamento di frequenza.

Questo adattatore potrà essere incluso nel televisore durante la sua fabbricazione.

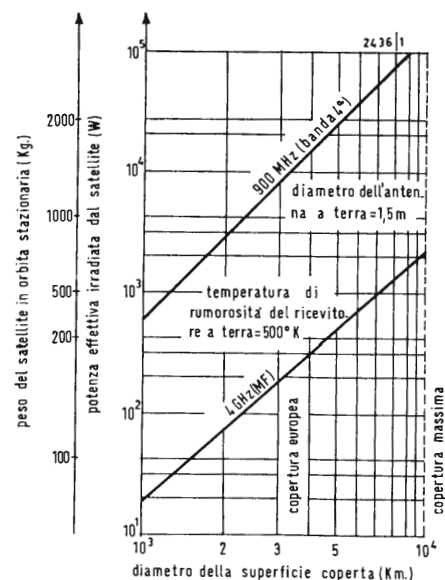
Però non bisogna dimenticare che qui lavoriamo a frequenze altissime (4 GHz al minimo) e che in conseguenza bisognerà far ricorso alla tecnica propria per queste frequenze (guide d'onda).

l) *Il ricevitore*

Fin qui non abbiamo ancora parlato delle norme con le quali sarà diffusa l'immagine di TV. È evidentemente essenziale il conoscerle, ma in questo campo siamo nell'ignoranza più completa. Si adotterà uno standard mondiale unico, o ogni paese irradierà secondo le sue proprie norme? Le trasmissioni a colori si faranno con il sistema Sécam, Pal o NTSC? In una parola, si avrà nello spazio la saggezza che ci è mancata sulla terra? Si può permettersi di dubitarne. È anche necessario tener conto di una cosa: se la Francia si agganciasse per es. all'Europa e desiderasse che le sue trasmissioni siano seguite, dovrà trasmettere secondo norme ricevibili ovunque. Per il colore, sono possibili due soluzioni: emettere in PAL (ma i ricevitori francesi dovrebbero essere muniti di un adattatore) oppure in PAL e in SECAM contemporaneamente.

Si vede che i problemi tecnici non sono lungi dall'essere risolti. Ma i più ardui, come si è detto in principio, sono di ordine economico e soprattutto politico. Da quest'ultimo punto di vista non c'è nulla di fatto. Fino ad oggi uno Stato non servirebbe che il suo territorio con emissioni TV sue proprie. Se queste oltrepassassero un poco le sue frontiere, ciò sarebbe il più delle volte per inavvertenza, perchè sarebbe difficile fare diversamente.

Domani invece, Parigi, Lione o Marsiglia riceveranno trasmissioni TV fatte in provincia di Abidjan, di Montreal ed anche di New York, Mosca e Pechino... Ciò non mancherà a sollevare qualche opposizione... È vero che, via satellite, l'O.R.T.F. potrà parimenti coprire Abidjan, Montreal, New York, Mosca e Pechino...

A. Calegari

tecnica e circuiti

Franco Soresini

La cibernetica e lo studio dell'uomo*

12. - IL SISTEMA NERVOSO ED IL CERVELLO

12.1. - Generalità

L'uomo è provveduto di due principali apparati nervosi che esplicano due diversi ordini di funzioni.

L'*uno* è addetto a presiedere e regolare la cosiddetta *vita di relazione*, ossia tutte le attività funzionali di cui l'individuo ha bisogno per porsi in relazione con il mondo che lo circonda, quali, per esempio, i movimenti (*motilità*), la *sensibilità percettiva* (*organi di senso*), e l'*attività psichica* (*coscienza, memoria, pensiero, volontà*, ecc.) e perciò si chiama *sistema nervoso di relazione o cerebro-spinale*.

L'altro apparato *presiede e dirige la vita organica funzionale o vita vegetativa*, cioè tutte le funzioni (*organi viscerali*) necessarie allo sviluppo ed alla economia vitale quali, per esempio, la respirazione, la circolazione, la nutrizione, il calore, ecc. e si chiama perciò *sistema nervoso simpatico o viscerale*.

Il *sistema nervoso cerebro-spinale* è l'organo-strumento della vita cosciente, mentre il *sistema nervoso vegetativo* è il regolatore di tutte le funzioni vitali vegetative non coscienti e viene anche chiamato *autonomo* perchè la sua attività non dipende dalla nostra volontà, ma lavora per conto proprio.

12.2. - Costituzione dell'apparato nervoso

La sostanza che forma l'apparato nervoso si compone essenzialmente di due elementi istologici: *le cellule, le fibre*.

Anche ad occhio nudo si distinguono le parti che sono costituite dalle une e dalle altre, per il loro colore; infatti i *fasci di fibre* formano la cosiddetta *sostanza bianca*, mentre gli *ammassi di cellule* costituiscono la *sostanza grigia*.

Dal punto di vista delle funzioni fisiologiche, le *fibre* nervose non sono che *organi di trasmissione*, mentre le *cellule* costituiscono *i centri* come meglio vedremo più avanti.

La considerazione microscopica del *sistema nervoso* dà luogo alla sua suddivisione in due parti: la *periferica* e la *centrale*.

La *parte periferica* comprende i *nervi* che sono fasci lisci di fibre ramificantesi in tutte le parti del corpo.

La *parte centrale* si compone degli organi a cui i nervi fanno capo e cioè: il *midollo spinale e l'encefalo*, i quali sono essenzialmente composti di sostanza grigia, poiché, sebbene vi abbondino anche le fibre, questi non hanno altro significato che di via interna di trasmissione fra i diversi gruppi di elementi cellulari.

Tali gruppi che costituiscono i vari centri nervosi e che l'anatomia designa con diversi nomi, dal punto di vista delle loro funzioni, non hanno tutti la stessa importanza nei rapporti con la vita psichica.

Un grande numero di essi accoglie i fasci di fibre provenienti dalla periferia, ma per far sì che il fenomeno fisiologico dell'eccitazione si accompagni ad una modificazione della coscienza, essi debbono poi trasmettere l'eccitazione medesima a quello strato di sostanza grigia che ricopre la superficie, così ricca di circonvoluzioni e di solchi degli *emisferi cerebrali*.

Questi organi, in cui il detto strato di sostanza grigia costituisce la cosiddetta corteccia cerebrale, per un complicato sistema di fibre, sono in comunicazione fra loro e con tutto il resto dell'apparato nervoso; in più, vi sono speciali vie di connessione fra le diverse regioni della corteccia medesima, ossia *fra i ofbi e le circonvoluzioni di ciascun emilsero*.

La struttura di tali organi, dunque, a cui fanno capo, in ultima analisi, gli altri organi nervosi, li fa considerare come il vero centro dell'intero sistema, che congiunge le varie parti di questo in una unità funzionale.

L'importanza della corteccia cerebrale è confermata anche dalle esperienze fisiologiche sulla sua attività e dalle osservazioni patologiche sui disordini che le sue lesioni apportano alle funzioni della vita animale ed alle manifestazioni dei fatti psichici.

12.2.1. *Il sistema nervoso centrale di relazione o cerebrale*

Il *sistema nervoso centrale comprende:*

1) *Il midollo spinale*

2) *L'encefalo* { *bulbo*, *cervelletto*, *cervello* }

e *regola direttamente i nervi dei muscoli ed indirettamente quelli degli altri organi*; esso riceve i nervi sensitivi che gli giungono dalla superficie del corpo e dagli organi di senso.

Per mezzo degli *organi di senso il sistema centrale resta quindi in relazione con il mondo cosmico*, nello stesso tempo comunica con tutti i muscoli del corpo, per mezzo dei rami che giungono al *sistema simpatico*.

Un numero immenso di nervi attraversa quindi in ogni senso l'organismo; le loro microscopiche ramificazioni si insinuano nelle cellule della pelle, intorno alle ghiandole, ai canali escretori, nei rivestimenti contrattili dello stomaco e dell'intestino, alla superficie delle fibre muscolari, ecc.

Le fibre nervose stendono la loro sottile rete sul corpo intero e derivano delle cellule che costituiscono il sistema nervoso centrale dalla duplice catena dei gangli simpatici e dai piccoli ammassi gangliari sparsi negli organi.

12.2.2. *Sistema nervoso simpatico vegetativo o viscerale*

Esso è composto di due parti o sezioni:

1) *una centrale* (*diencefalo*);

2) *una periferica* (*nervi e gangli*).

La *parte centrale* è situata in profondità del cervello nel cosiddetto *cervello intermedio o diencefalo*.

La parte periferica è composta di *nervi e gangli*. Questi ultimi sono una specie di piccoli centri periferici di smistamento degli stimoli nervosi.

I rami nervosi periferici sono di due qualità: *nervi simpatici, nervi parasimpatici* (*o nervo vago*).

Essi compiono due attività ben diverse e sono fra loro in rapporti di antagonismo, cioè mentre in un organo, o sistema di organi, il *simpatico* agisce *accelerando ed eccitando* l'attività dell'organo stesso, il *parasimpatico* agisce in senso contrario ossia *inibente*.

Per mezzo del sistema neuro-simpatico autonomo, i visceri collaborano alle nostre relazioni col mondo esterno, gli organi, quali: lo stomaco, il cuore, il fegato, ecc. non seguono la nostra volontà, noi non possiamo aumentare o diminuire a piacimento il calibro delle nostre arterie o il ritmo delle pulsazioni del cuore, delle contrazioni dell'intestino, ecc.

La indipendenza di queste funzioni è dovuta alla presenza negli stessi organi di *archi riflessi*, questi sono costituiti da piccoli ammassi di cellule nervose sparse nei tessuti sotto la pelle intorno ai vasi sanguigni, ecc.

Vi è un gran numero di questi *apparati riflessi che danno automatismo ai visceri*. La maggior parte degli organi possiedono una certa indipendenza e possono funzionare anche isolati dal corpo, le innumerevoli fibre nervose di cui sono provvisti giungono loro dalla doppia catena dei gangli simpatici che si trovano davanti alla colonna vertebrale, e da altri gangli.

Questi centri gangliari guidano tutti gli organi, regolano il loro lavoro e nello stesso tempo, per le loro relazioni con il midollo, il bulbo ed il cervello, coordinano l'azione dei visceri con quella dei muscoli volontari, negli atti che richiedono lo sforzo dell'intero corpo.

I gangli simpatici sono *uniti al sistema centrale*, in tre zone diverse, per mezzo di ramificazioni che li fanno comunicare con la parte craniana, dorsale e pelvica del *sistema nervoso centrale* o volontario.

I nervi autonomi della regione craniana e pelvica del sistema centrale si chiamano *parasimpatici*, quelli della regione dorsale *nervi simpatici* propriamente detti.

L'azione del parasimpatico quella del simpatico come si è detto sono opposte.

I visceri sono in tal modo indipendenti e contemporaneamente dipendenti dal sistema nervoso centrale.

I nervi simpatici agiscono sulle pulsazioni del cuore, nelle contrazioni dei muscoli delle arterie e dell'intestino e nella secrezione delle cellule ghiandolari, l'influsso nervoso si propaga come nei nervi motori, dai gangli centrali agli organi.

Ogni organo ha una doppia innervazione, una simpatica ed una parasimpatica, il parasimpatico rallenta il cuore ed il simpatico l'accelera; il primo dilata la pupilla, il secondo la fa contrarre; i movimenti dell'intestino sono rallentati dal simpatico ed accelerati dal parasimpatico.

A seconda della predominanza di uno di questi sistemi, gli uomini hanno diversi *temperamenti*.

Il sistema autonomo dipende dunque dal sistema nervoso volontario; il supremo coordinatore di tutte le attività organiche è rappresentato da un centro che si trova alla base del cervello e che determina le manifestazioni delle emozioni.

Lesioni di questa regione danno luogo a disordini delle funzioni affettive ed invero le nostre emozioni possono manifestarsi solo per intervento delle ghiandole endocrine. Ciò spiega perchè i nostri stati di coscienza hanno effetto sulle funzioni dei visceri.

12.3. - Il cervello

Il *cervello* è costituito fondamentalmente, come già si è accennato, da una massa di sostanza nervosa circondata da una specie di rivestimento detto *corteccia cerebrale*, che ha un colore grigiastro ed è ricchissima di cellule nervose.

La corteccia cerebrale è sviluppata soltanto negli animali superiori; negli uccelli, nei pesci, nei rettili, negli anfibi, il cervello è privo di corteccia ed è formato soltanto da una massa uniforme con incarico di funzioni molto più semplici.

Il *cervello umano* è diviso in due *emisferi*: il destro ed il sinistro, collegati fra loro alla base.

Ogni emisfero (ha pressappoco la forma di un grosso fagiolo, con un *polo anteriore o frontale*, ed uno *posteriore od occipitale*.

Il cervello è inoltre particolarmente sviluppato nella parte laterale formando il *lobo temporale*.

Poichè la corteccia cerebrale ha uno sviluppo in superficie molto più rigoglioso della sottostante massa di sostanza bianca, essa è modellata in pieghe e solchi, si formano così le *circonvoluzioni cerebrali*.

Il cervello dell'uomo ha uno sviluppo di solchi e circonvoluzioni superiore a quello del cervello degli animali.

Nella *corteccia* è possibile localizzare particolari zone con una funzione specifica.

Innanzitutto la *zona motrice*, comprende alcune circonvoluzioni situate attorno alla « scissura di Rolando »; da essa *partono gli ordini* per i *movimenti volontari* degli arti, del capo, degli occhi, della masticazione, della deglutizione, ecc.

Subito, posteriormente alla zona motrice, si trova la *zona sensitiva*, sede delle percezioni che riguardano la *sensibilità cutanea*, tattile, termica, dolorifica.

Nella zona occipitale esiste poi una zona destinata alla *percezione delle immagini visive:* quando sia leso questo centro si hanno fenomeni di cecità parziale o totale, oppure altri caratteristici disturbi della percezione visiva.

Anche l'udito, l'olfatto e il gusto hanno i loro centri nella corteccia cerebrale: il primo (*udito*) nella *regione temporale*; il secondo (*olfatto*) nel cosiddetto *ippocampo;* il terzo (*gusto*) con localizzazione non ancora ben precisata.

Esiste infine un *centro del linguaggio* che si trova nel lobo frontale sinistro e che controlla e regola i diversi fenomeni collegati con questa fondamentale funzione dell'uomo.

Tutti questi centri sono paragonabili ad altrettanti isole della corteccia cerebrale.

Il cervello e specificatamente la *corteccia cerebrale o sostanza grigia, è la sede di tutti gli atti psichici superiori specialmente di quelli che riguardano la formazione delle immagini, la loro associazione mnemonica e la loro estrinsecazione in atti volontari complessi*, in una parola i più elevati fenomeni dell'intelligenza.

Sperimentalmente la prova è stata fornita mediante osservazione su cani senza cervello, ossia animali ai quali erano stati asportati quasi del tutto i due emisferi cerebrali.

In seguito all'operazione, l'intelligenza si deprimeva in alto grado; gli animali restavano muti ed indifferenti.

Non mancavano del senso della fame e dell'istinto della alimentazione, tuttavia erano incapaci di cercarsi il cibo.

Dal complesso di queste osservazioni risulta che i più importanti fenomeni di deficienza che si osservano dopo le mutilazioni consistono nella perdita di tutte le manifestazioni ed espressioni dalle quali noi argomentiamo: la memoria, la riflessione, l'intelligenza dell'animale.

Tutte le funzioni sensoriali e motorie necessarie alla vita possono invece com-

(*) segue dal n. 9, settembre 1968, pag. 358.

piersi ancora abbastanza bene perchè per esse non è, in senso assoluto, necessaria la corteccia cerebrale, avendo sede in altre parti del sistema nervoso.
Tutto ciò ha sostanzialmente valore anche per l'uomo.
I *microcefali*, in grado massimo, sono paragonabili al cane senza cervello, essi sono uomini senza cervello che, benchè privi di qualsiasi facoltà intellettiva e mnemonica, non mancano di capacità sensoriali e motorie.
È dunque evidente che la profonda demenza, vale a dire l'assenza completa delle facoltà psichiche superiori, non implica necessariamente quella delle facoltà psichiche inferiori.
La *corteccia cerebrale* è dunque *la sede degli atti psichici*.
L'uomo non è soltanto: *mente, raziocinio, pensiero*, è anche *emozioni, passioni, gioie, sofferenze, istinti*; da tutto questo complesso nasce la vera *personalità umana*.
La *sede di questa vita vegetativa, istintiva, emotiva, affettiva* è il *diencefalo*, una zona di sostanza nervosa situata alla base del cervello.
In confronto alla massa cerebrale o anche soltanto alla corteccia, sede della vita mentale al più alto livello, il *diencefalo* può sembrare, anatomicamente, una piccola cosa, ma da esso dipendono le *manifestazioni del comportamento psicologico, emotivo e morale dell'individuo*.
Si può ben dire che non nasce idea nel cervello che non sia « plasmata » da una « corrente emotiva » proveniente da questa zona cruciale attraverso cui tutte le reazioni istintive connesse con i bisogni fondamentali vengono caricate di forza emotiva, di interesse, di energia volitiva, per divenire poi sentimenti umani coscienti.
Dal diencefalo dipendono inoltre sostanzialmente:
la regolazione della temperatura corporea; il ricambio dell'acqua; il ricambio dei sali; il ricambio dei grassi; lo sviluppo sessuale; il senso della fame; il senso del sonno e della veglia; la produzione delle lacrime; la produzione del sudore.
Influenzate profondamente *dal diencefalo* sono poi *talune malattie della psiche*, caratterizzate da esagerata ed abnorme iperemotività come la psiconevrosi e in particolare, l'isterismo, oppure da profonde oscillazioni affettive e precisamente della più elementare funzione dell'affettività cioè l'umore, come la melanconia, la mania, la ciclotimia e la schizofrenia.
Al lettore desideroso di approfondire l'argomento, segnaliamo l'interessante opera: "L'origine dell'intelligenza" di Silvano Leghissa (ed. Bompiani), della quale, appunto, ci siamo avvalsi.

12.4. - Elementi costitutivi

12.4.1. *Il neurone o cellula nervosa*
Le *cellule nervose* hanno un corpo voluminoso che, nei tipi che abbondano nella corteccia cerebrale, assomiglia ad una *piramide*.
La *cellula nervosa* viene chiamata anche: *neurone*.
La parte principale del neurone contiene, come tutte le cellule viventi, un *nucleo* ed una serie di altri elementi.
Da questa parte centrale ha inizio, da un lato, il *neurite o cilindrasse*, che può avere una lunghezza considerevole (anche più di un metro).
Dall'altro lato, si dirama un fascio di filamenti: i *dindriti* che hanno una lunghezza dell'ordine del millimetro.
Le fibre, aventi il diametro dell'ordine dei micron, possono essere circondate da una sostanza, la *mielina*, che le *isola dalle altre fibre parallele*; quindi le fibre di una cellula non si uniscono mai a quelle di un'altra cellula; esse terminano con una ramificazione in forma di bottoni microscopici in continuo movimento; questi bottoni sono collegati da una membrana: la *membrana sinaptica*, con le terminazioni di un'altra cellula.
Queste ramificazioni, quindi, si intrecciano, senza però congiungersi od anastomizzarsi, con prolungamenti consimili di altri neuroni e stabilendo, in tal maniera, *non per continuità, ma per contiguità*, le comunicazioni fra gli elementi della sostanza grigia.
12.4.2. *Gli stimoli*
Ciò che si trasmette o si propaga attraverso tutte queste connessioni delle fibre con le cellule e delle cellule fra di loro è la *eccitazione nervosa*.
Tale eccitazione deve considerarsi la trasformazione di una energia proveniente dall'ambito in cui l'organismo si trova, ossia è la propagazione per entro l'organismo stesso di un'azione fisica che lo ha colpito e che dicesi *stimolo od influsso nervoso*.
L'eccitazione nervosa è quindi un fenomeno fisiologico susseguente ad un fenomeno fisico che è poi lo stimolo suddetto.
Come segni dell'*avvenuto fenomeno della eccitazione nervosa* si hanno principalmente *due fatti*, di cui *uno è esterno*, consistendo nel *movimento di una parte del corpo* ivi comprendendo anche la fonazione, *l'altro*, invece, appartiene alle *modificazioni interne della coscienza*, ed è la *sensazione*.
L'eccitazione può manifestarsi in altri modi: per esempio, con processi di secrezioni ghiandolari, oppure con un aumento di temperatura; ma tali estrinsecazioni hanno minore interesse per la psicologia.
12.4.3. *La propagazione*
Quelle due forme accennate come principali, dipendono non già da differenze nella natura del fenomeno fisiologico, ma solo dalla direzione in cui esso si propaga.
Difatti la *trasmissione della eccitazione* che per l'effetto suo dicesi *motrice*, ha luogo *dal centro alla periferia*, mentre quella della *eccitazione sensibile avviene inversamente dalla periferia al centro*.
Perciò si distinguono le vie nervose di conduzione in *centripete* ed in *centrifughe*.
Le *prime* provengono *dagli organi* specifici *dei sensi* e da tutte le altre parti dell'organismo dotate di sensibilità; le *altre terminano entro il tessuto dei muscoli* le cui contrazioni dipendono dalla loro funzione.
In ogni neurone, quindi, l'impulso nervoso si propaga, in rapporto al corpo cellulare, sempre nello stesso senso.
Abitualmente, l'eccitazione di un neurone si produce a mezzo dei dendriti e l'influsso si propaga attraverso il centro cellulare, lungo il neurite e si trasmette ai dendriti di un altro neurone.
La sua direzione è *centripeta nei dendriti* ed è *centrifuga nei cilindrassi*; passa da un neurone all'altro superando la membrana sinaptica; nello stesso modo penetra nella fibra muscolare su cui si applicano i bulbi terminali della fibrille.
Normalmente, fra l'esterno e l'interno di un nervo esiste una differenza di potenziale di qualche centesimo di volt.
Quando viene eccitato, una serie di impulsi si propagano lungo il neurite con una velocità che, a seconda del nervo, varia da 1 a 50 metri al secondo.
Questa propagazione sembra sia di tipo elettrochimico e la sua velocità è tanto maggiore quanto più la sezione della fibra è maggiore.
L'influsso si produce, per esempio, mediante una eccitazione meccanica, chimica, elettrica, ecc.
Indipendentemente dalla natura della eccitazione, l'impulso è sempre della medesima specie.
Il funzionamento di un nervo può essere studiato più facilmente applicandogli delle correnti elettriche di durata variabile.
Per produrre l'influsso, più l'impulso rettangolare è breve, più esso deve essere intenso.
Sotto una certa ampiezza non si ha eccitazione.
Gli impulsi che si propagano lungo un filamento hanno sempre, pressappoco, la medesima intensità. *L'impulso o esiste o non esiste.*
Per questo, una eccitazione più è intensa, più è grande il numero dei filamenti che eccita e produce in un certo neurite un più grande numero di impulsi per secondo.
12.4.4. *La commutazione e la selezione*
Nel sistema nervoso non si hanno degli spostamenti meccanici di neuroni.
La estremità di un cilindrasse si trova assai sovente vicina ai dendriti di un altro cilindrasse, ed un segnale può essere e non può passare dall'uno all'altro; altre volte vi è possibilità di una scelta: un neurone deve poter trasmettere i suoi impulsi ad un certo neurone di un gruppo.
Vi sono dei casi ben più complicati nei quali ciascuno dei neuroni di un gruppo

deve poter comunicare con uno dei neuroni di un altro gruppo.
Numerose esperienze hanno mostrato che queste *commutazioni e selezioni* avvengono col cambiamento della forma degli impulsi, dunque *modificando la cronassia dei nervi*.
12.4.5. *La cronassia*
Vi è dunque una *particolare condizione per il saggio degli impulsi nervosi*, bisogna che il valore del tempo, *la cronassia, sia identica*] nei neuroni contigui, nel neurone e nelle rispettive fibre muscolari.
Affinchè l'influsso di un neurone ecciti l'influsso di un altro neurone, è necessario che gli impulsi del primo si adattino alle caratteristiche di trasmissione del secondo.
Ugualmente, è necessario che la cronassia di un muscolo corrisponda a quella di un nervo.
Fra due neuroni di *diversa cronassia non può avvenire la propagazione* dell'impulso nervoso.
Anche un muscolo ed il suo nervo devono essere *isocroni*.
Se un farmaco, come il curaro, o la stricnina, modifica la cronassia di un nervo, l'impulso non passa più dal nervo al muscolo, ma si produce una paralisi, benché il muscolo sia normale.
Queste relazioni di tempo del nervo e del muscolo sono indispensabili alla integrità della funzione, quanto le relazioni di spazio.
Durante l'attività in un nervo, una variazione di potenziale elettrico si sposta lungo il nervo.
Utilizzando degli impulsi elettrici di forma diversa per eccitare un nervo, si è constatato che per produrre l'influsso è sufficiente un impulso di ampiezza abbastanza piccola per gli impulsi di forma data, ma che per gli impulsi più brevi o più lunghi, è necessaria una ampiezza maggiore. È quindi necessario che la forma dell'impulso sia pressappoco adattata alle caratteristiche del neurone ricevitore, vale a dire che le cronassie quasi corrispondano.
Con una cronassia di valore doppio di un'altra non vi è comunicazione.
La regolazione o il coordinamento prodotto dai centri nervosi sembra avvenga, dunque, per un cambiamento di cronassia dei diversi neuroni. La complessità è quindi enorme.
12.4.6. *Le sinapsi*
Il sistema nervoso dell'uomo e degli animali contiene quindi elementi che sono relè ideali: i neuroni, che — mentre sotto l'azione di stimoli elettrici hanno un comportamento piuttosto complicato — nella loro ordinaria azione fisiologica si attengono strettamente al principio del « *tutto o del niente* » cioè sono o *in stato di riposo o scattano* e allora subiscono una serie di trasformazioni praticamente indipendenti dalla natura e dalla intensità dello stimolo.
Si ha prima una *fase attiva*, trasmettentesi da una parte all'altra del neurone con velocità definita, alla quale segue un *periodo di insensibilità* durante il quale il neurone è insensibile agli stimoli o per lo meno ai normali processi fisiologici.
Al termine di questo periodo di insensibilità, il nervo rimane inattivo, ma è di nuovo in grado di ricevere uno stimolo.
Il nervo può così essere considerato un relè con due stati di attività: *lavoro e riposo*.
Lasciando da parte quei neuroni che ricevono i loro stimoli da terminazioni libere o organi sensori di estremità, ogni neurone riceve i suoi impulsi da altri neuroni in punti di contatto costituiti dalle *sinapsi*.
Per un dato neurone questi variano da poche a parecchie centinaia. È lo stato degli impulsi in arrivo alle varie sinapsi in combinazione con lo stato precedente del neurone stesso a determinare se esso lavorerà o no.
Se esso *non è in stato di scarica nè di insensibilità*, e se il numero delle sinapsi entranti in un certo intervallo brevissimo di funzione supera un certo limite, *il neurone scatterà* con un ritardo sinattico noto e abbastanza costante.
Questo è un modo ultrasemplificato di rappresentazione: la soglia può dipendere soltanto dal *numero delle sinapsi*, ma anche dal loro « *peso* » e dalle *relazioni geometriche reciproche*, rispetto al neurone da esse alimentato.
Esistono sinapsi di natura diversa quali le *sinapsi inibitrici* le quali o impediscono completamente lo scatto del neurone, o elevano la sua soglia nei riguardi degli stimoli da sinapsi ordinarie.
Alcune combinazioni definite di impulsi sui neuroni in collegamento sinattico con un determinato neurone ne *provocheranno lo scatto, mentre altre non scatteranno*.
12.4.7. *Codice di informazione*
L'unità fondamentale del sistema nervoso è come si è detto, la cellula nervosa; nel cervello umano vi sono altre diecimila (10.000) milioni di tali cellule di vario tipo, concentrate soprattutto nelle masse profonde di materia grigia o alla superficie del cervello (la corteccia cerebrale a molte circonvoluzioni).
Fra le cellule corrono fili di materia bianca, le fibre di interconnessione.
L'unità di funzionamento è l'impulso nervoso, una esplosione in miniatura di origine elettro-chimica che si sposta lungo la superficie esterna della fibra nervosa come un vertice di joni negativi.
Tutte le gradazioni di sentimenti e di azioni di cui noi siamo capaci dipendono da variazioni di frequenza degli impulsi nervosi e dal numero di cellule nervose stimolate.
Il codice del cervello usa soltanto dei punti (volendo paragonarlo al codice Morse che utilizza — come è noto — punti e linee), il cui numero per secondo esprime la informazione, in modo molto simile al sistema di modulazione usato in radiotecnica, detto a frequenza di impulsi.
12.4.8. *L'associazione dei neuroni*
I neuroni si articolano gli uni con gli altri con un sistema di scambi.
I neuroni si suddividono in due gruppi:
neuroni ricettori o motori che ricevono le impressioni del mondo esterno o degli organi interni e che governano i muscoli;
neuroni di associazione, il cui numero immenso costituisce la ricchezza e la complessità dei centri nervosi dell'uomo.
I centri nervosi contengono oltre dieci miliardi di cellule miste le une alle altre con delle fibre, ciascuna delle quali ha parecchie ramificazioni.
Per mezzo delle fibre, le cellule si associano fra loro molte migliaia di volte, e questo prodigioso insieme malgrado la sua estrema complessità, funziona come una cosa unica.
Nel funzionamento del sistema nervoso si distinguono:
l'attività riflessa;
l'attività volontaria;
i riflessi condizionati.
12.4.9. *I centri*
In molti casi la fibra sensitiva è direttamente collegata, mediante una ramificazione, alla fibra motrice: è questo il citato *riflesso* di *neurite o diretto*.
Ma in generale, a parte questi meccanismi locali, vi intervengono uno o più centri. Si hanno dei centri principali e dei centri secondari.
Questi ultimi sono disposti lungo il midollo spinale e sono, a loro volta, controllati dai centri encefalici.
Le fibre provenienti dalla periferia dei corpi terminano, come abbiamo visto in uno dei centri del midollo e possono comandare una fibra motrice. Ma la comunicazione stabilita da questi centri può essere controllata da altri neuroni terminanti in centri principali situati nell'encefalo. Così il cervelletto anima una regolazione dei movimenti.
Un riflesso o un movimento automatico è dovuto alla combinazione di neuroni ad una speciale matrice che una volta posta in funzione fa eseguire certi atti o compiere certe funzioni.
Questo assomiglia ai dispositivi meccanici od elettrici facenti uso di camme o di schede o nastri perforati per fare eseguire anche una sequenza di azioni la più complicata.
Si può pensare ai registri del sistema di commutazione telefonica automatica.
Ma tutto questo non ci dà che un automa senza movimenti spontanei o volontari come quelli dell'animale o dell'uomo.
Per questi movimenti interviene la scorza grigia (o corteccia cerebrale).
Quando i suoi neuroni sono azionati, *l'individuo prende coscienza* di una eccitazione in un certo punto del suo cor-

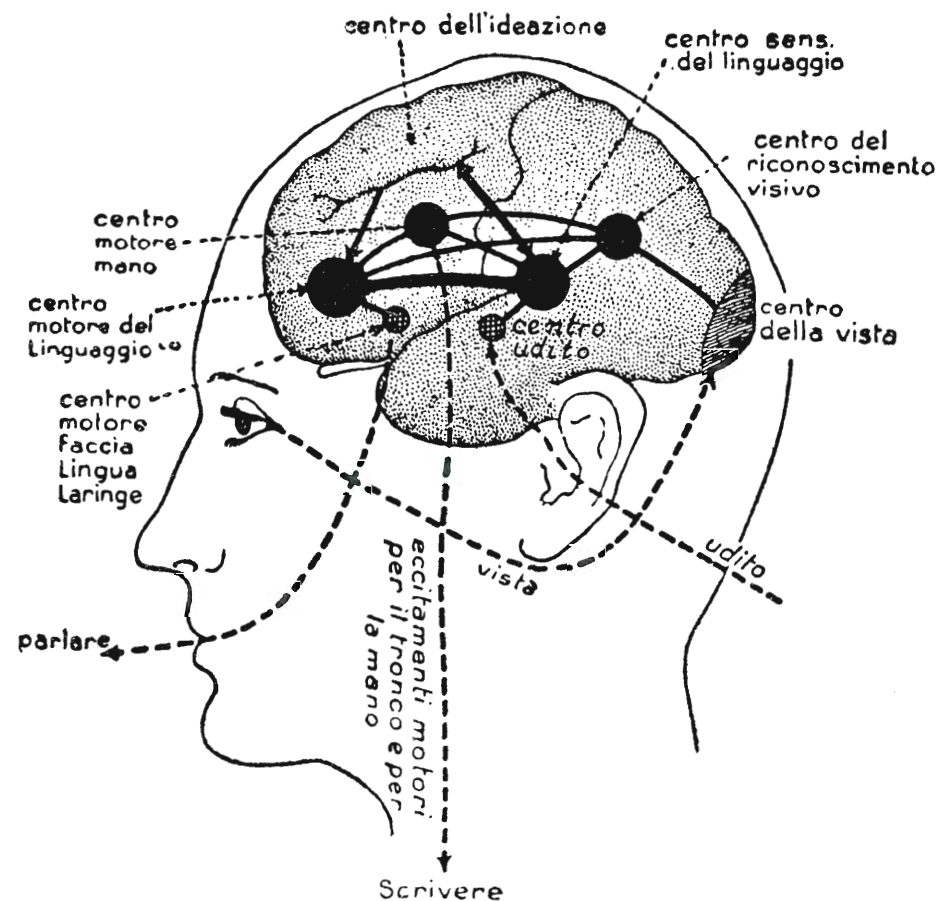



Fig. 48 - I centri cerebrali (dal volume del Leghissa).

po; esso ha *una impressione sensoriale ossia una sensazione.*

Una lesione del cervello provoca paralisi dei movimenti volontari dal lato opposto del corpo.

Ciò permette all'animale o all'uomo di *agire spontaneamente o volontariamente.* Si sono localizzati i centri della visione, della audizione, dell'olfatto; del moto, ecc.

Attorno a questi centri vi sono delle zone che permettono di interpretare le nostre sensazioni e che si localizzano nell'emisfero sinistro per il lato destro e viceversa.

13. - LE ATTIVITA'

13.1. - L'attività riflessa diretta

Una delle funzioni dei centri nervosi è quella di dare una *risposta appropriata alle eccitazioni* che vengono dal mondo esterno: di *produrre cioè dei movimenti riflessi.*

Questo fenomeno, detto anche *riflesso di neurite* è dovuto alla presenza di due neuroni, uno sensitivo e l'altro motore, articolati l'uno con l'altro in mezzo al midollo.

A parte questi due neuroni essenziali, altri ne possono intervenire. Infatti, assai spesso un centro midollare non dovrà solamente collegare un neurone sensitivo ad un solo neurone motore, ma esso dovrà *scegliere* fra diverse vie.

Il midollo rappresenta dunque un commutatore estremamente complicato che permette di effettuare operazioni molteplici e varie ai bisogni dell'organismo.

In certi casi una eccitazione produce un movimento complesso: chiusura delle palpebre quando l'occhio è toccato, starnuto, tosse, secrezione salivare, ecc.

Il meccanismo delle azioni riflesse si spiega mediante le funzioni dei gruppi di cellule che costituiscono i centri nervosi inferiori come indicato in fig. 48.

In *P* si trova un tratto della periferia sensibile dell'organismo, ad esempio della superficie cutanea.

D è il cilindrasse di una fibra nervosa di senso, ossia un dendrite della cellula *C*, la quale, per mezzo del prolungamento *N*, che costituisce il suo neurite, è in comunicazione, in virtù delle sottili diramazioni *T* (dette telodendriti), col prolungamento consimile *D'* della cellula *C'*.

Da quest'ultima, poi, parte un prolungamento che forma il cilindrasse *N'* di una fibra nervosa di moto, la quale va a terminare entro il muscolo *M*.

D' e *N'* sono il dendrite ed il neurite della cellula *C'*.

Immaginiamo ora che uno stimolo colpisca la regione P in cui si dirama il dendrite di una cellula sensibile; la conseguente eccitazione nervosa attraverso questo dendrite si trasmette alla cellula stessa, da questa per *N* e *D'* si propaga alla cellula motrice *C'* e poi per *N'* al muscolo *M*, dove si traduce in una contrazione del muscolo, ossia in un movimento esteriore.

Da ciò si vede che i *neuriti* servono alla trasmissione dell'eccitazione dalle cellule ad altri elementi, sono cioè *cellulifugi*; i *dendriti*, invece, sono vie di conduzione alle cellule, sono cioè *cellulipeti*. *L'insieme di tutto questo apparato* di trasmissione delle eccitazioni sensibili e motrici costituisce il cosiddetto *arco diastaltico.*

Gli elementi nervosi che servono alle funzioni dei moti riflessi appartengono ai centri inferiori, e benchè tali azioni in molti casi presentino il carattere di una conformità a determinati segni, pure in esse *non ha parte alcuna la volontà*, e possono quindi svolgersi affatto indipendentemente dalla attività psichica.

In generale l'arco riflesso è complicato dalla presenza dei neuroni di associazione che si interpongono fra i neuroni sensitivi e quelli motori.

Non sempre avviene che l'eccitazione centripeta sia accompagnata da una sensazione; sovente il processo fisiologico prima di giungere sino al centro superiore del sistema si riflette in una via di trasmissione centrifuga, dando origine ad un *movimento riflesso diretto.* Simili sistemi neuronici danno luogo agli atti riflessi come: la respirazione, la deglutizione, la stazione eretta, la deambulazione e la maggior parte degli atti della nostra vita abituale.

Questi movimenti sono automatici, ma taluni possono essere modificati dalla coscienza, basta, per esempio, che noi fermiamo l'attenzione sul nostro movimento respiratorio, perchè questo muti ritmo, mentre, al contrario, il cuore, lo stomaco, l'intestino, sono completamente sottratti alla nostra volontà; tuttavia se noi pensiamo a loro il loro automatismo ne può venire disturbato. I movimenti che regolano il nostro atteggiamento e ci permettono di camminare sono comandati anche dal midollo, ma la loro coordinazione dipende dal cervelletto.

Nel campo dei riflessi, non si hanno solamente l'equivalente della trasmissione e della commutazione di circuiti elettrici, ma anche degli oscillatori.

Il cuore è un esempio di oscillatore a rilassamento e si hanno altri esempi di funzioni periodiche come la respirazione.

13.2. - L'attività volontaria

Più complessa assai dei riflessi diventa la *funzione nervosa che serve alla manifestazione di fenomeni interni*, quali la sensazione per una parte e l'impulso volitivo al movimento dall'altra.

Ai *processi mentali attende la corteccia cerebrale*, che è un mosaico di organi nervosi distinti, in rapporto con le diverse parti del corpo.

Le connessioni dei neuroni che entrano qui in gioco per trasmettere l'eccitazione dalla periferia di senso a quella di moto sono troppo complesse perchè si possano esprimere schematicamente. Basta accennare che *l'eccitazione* invece di propagarsi direttamente dal neurone sensibile al motore (come avviene nelle azioni riflesse) dal primo *si trasmette ad elementi* consimili *della corteccia cerebrale* e solo *dopo aver attraversato questo centro superiore riprende la via centrifuga.*

La regione laterale del cervello, ad esempio, nota sotto il nome di regione di Rolando, determina i movimenti di afferramento di locomozione ed anche del linguaggio articolato.

Dietro ad essa si trovano i centri della vista.

Lesioni di queste differenti zone si manifestano con alterazioni delle funzioni corrispondenti.

Disordini analoghi appaiono quando le lesioni si formano a carico delle fibre che uniscono questi centri inferiori del midollo.

Alla partecipazione dei neuroni della corteccia al processo della eccitazione nervosa, si collega così lo svolgimento della vita della coscienza; è quindi la funzione di quell'organo che costituisce la vera base fisiologica dei fenomeni psichici, come vedremo in seguito.

13.2.1. *L'autoregolazione*

L'uomo e gli animali possiedono un senso cinestetico attraverso il quale essi registrano la posizione e la tensione dei loro muscoli. Così come ogni macchina è subordinata ad un ambiente esterno variabile, per poter funzionare efficacemente è necessario che sia *fornita ad essa la informazione relativa ai risultati della sua stessa azione in base alla quale essa deve continuare ad operare.*

Valga subito un esempio classico.

Con l'avvento della macchina a vapore si rese necessario un congegno automatico che rendesse la macchina in grado di controllare e regolare l'uso della potenza generata.

La prima macchina a vapore, lasciata a se stessa, aveva un comportamento del tutto instabile: sfruttando la sua potenza la pressione scendeva; non sfruttandola, la pressione saliva paurosamente.

Watt introdusse la valvola di sicurezza ed il regolatore automatico che, rispettivamente, stabilizzano sia la pressione della caldaia, sia la velocità della macchina.

Maxwell fu il primo a dedicare uno scritto all'analisi dei regolatore di Watt mettendo in evidenza l'importanza ed il significato di questo processo basilare della autoregolazione: *la retroazione* (*o feed back*).

Il regolatore di Watt è da considerarsi come il primo modello funzionante di circuito riflesso, analogo a quelli per la organizzazione degli organi di senso, dei nervi e dei muscoli.

Questo *comando della macchina sulla base del suo funzionamento effettivo anzichè del suo comportamento previsto è appunto la retroazione*, e implica che i suoi svolgano una funzione di *rilevatori o segnalatori*, cioè di elementi che indicano il comportamento.

Le informazioni sono tradotte quindi in una nuova forma utilizzabile dagli stadi successivi del funzionamento. Sia negli esseri viventi come nelle macchine, ciò deve tradursi in un'azione effettiva sul mondo esterno.

In entrambi: *l'azione eseguita* sul mondo esterno, e non la sola *intenzione*, viene comunicata all'apparato centrale regolatore.

Attingendo il proprio nome dal greco « pilota reggitore », la *cibernetica* disciplina i processi di *« retroazione »* che si stabiliscono nel sistema neuro muscolare umano quando si venga a correggere uno scopo, ad esempio un movimento.

Il *significato di informazione, comunicazione che annulli una incertezza*, si rende evidentemente applicabile al comando suddetto: come quella, per essere veramente aderente alla definizione, deve annullare, come minimo; l'incertezza connessa a due casi possibili ed egualmente probabili, così questo non è concepibile se non come scelta fra due possibili.

Questa *retroazione tende alla autoregolazione* e si ha dunque una *controreazione negativa che tende ad annullare la modificazione prodottasi.*

In realtà la controreazione negativa non riporta la grandezza controllata al suo esatto valore, ma la sposta, da questo, in senso opposto alla variazione primitiva di una quantità essenzialmente dipendente, oltre che da detta variazione, dalle caratteristiche del regolatore.

È facile vedere come in tali condizioni abbia origine una serie di oscillazioni il cui smorzamento, più o meno rapido, è indice della qualità del regolatore.

È interessante però notare come tali oscillazioni siano assai più smorzate che in un comune regolatore: ciò dipende dal fatto che la controreazione è sfasata in anticipo rispetto allo stimolo, ossia raggiunge il massimo prima dello stimolo e quindi anche si azzera prima di questo.

13.2.2. *Il tremore*

Come si è detto, il meccanismo dell'attività volontaria presenta i caratteri di una retroazione e di conseguenza anche nella attività volontaria umana esiste quel fenomeno di *rottura di equilibrio*

che appare nei meccanismi di retroazione quando sono sovraccaricati.
Il tipo più semplice di *rottura di equilibrio si manifesta come una oscillazione* in un processo di ricerca del punto di equilibrio, che appare soltanto quando tale processo è attivamente perseguito.
Ciò corrisponde a quel fenomeno nervoso conosciuto come *tremore intenzionale*, per cui, quando l'infermo, per esempio, afferra un bicchiere di acqua, la sua mano è scossa in modo sempre più convulso ed egli non riesce a sollevare il bicchiere.
C'è un altro tipo di tremore umano che in un certo senso è *diametralmente opposto al tremore intenzionale*. Esso è definito *morbo di Parkinson* ma è più noto come *paralisi agitante*.
L'infermo manifesta il tremore anche quando riposa, e in realtà se la malattia non è troppo avanzata, soltanto in condizioni di riposo.
Allorchè egli tenta di afferrare qualche cosa di ben definito, il tremore scompare al punto che, se il morbo è soltanto al suo stato iniziale, riesce ad avere la mano ferma.
Il tremore di Parkinson è associabile con un tipo di retroazione leggermente diverso dalla retroazione associata con il compimento di uno scopo.
Affinchè uno scopo qualsiasi sia raggiunto con successo, è necessario che le varie articolazioni che non sono direttamente associate con il movimento intenzionale siano mantenute in una condizione di *tono*, o di moderata tensione, tale che l'ultima contrazione intenzionale dei muscoli sia adeguatamente sostenuta.
Perchè ciò sia possibile, è necessario un meccanismo sussidiario di retroazione il cui centro nel cervello non sembra essere il cervelletto, che è la centrale di comando che sfocia nel tremore intenzionale.
Questo secondo tipo di retroazione è noto come *retroazione di posizione*.
Come vedremo nella parte del volume relativa alla analisi matematica dei fenomeni, si può dimostrare che in entrambi i casi di tremore, *quello che si manifesta è una retroazione eccessivamente grande*.
Ebbene, nel caso del morbo di Parkinson, vediamo che la *retroazione volontaria che regola il movimento principale agisce*, nella misura in cui è interessato il movimento delle parti regolate della retroazione di posizione, *in direzione opposta a questa stessa retroazione di posizione*.
La *presenza di un fine*, quindi, *tende a contrastare la tendenza all'amplificazione eccessiva della retroazione di posizione*, e può benissimo portarlo al di sotto del valore a cui si innescano le oscillazioni.

13.3. - I riflessi condizionati

Quando non interviene la scorza grigia del cervello, quindi nel caso dei riflessi incoscienti, si ha un automatismo: *ad una stimolazione corrisponde necessariamente sempre la medesima azione*.
Ma nel regno della coscienza le cose si complicano, non soltanto perchè le azioni automatiche possono essere controllate modificate, combinate, spontaneamente o volontariamente, ma perchè si stabiliscono anche dei *riflessi di acquisizione*.
Nella corteccia cerebrale, infatti, *si producono i riflessi che Pavlov ha studiato sotto il nome di riflessi condizionati*.
Ad esempio, un cane secerne saliva quando gli si porge il cibo in bocca: questo è un *riflesso innato*.
Ma esso secerne saliva anche quando vede la persona che abitualmente gli porta il cibo: questo è un *riflesso condizionato od acquisito*.
Per questa proprietà del sistema nervoso, è possibile educare gli uomini e gli animali.
Se si toglie la corteccia cerebrale, diventa impossibile la formazione di nuovi riflessi condizionati.

13.4. - I tropismi

Si chiama *questione dei tropismi* l'assieme dei problemi biologici, fisiologici, psicologici che concernono le *reazioni attrattive* e quelle *repulsive* causate nelle piante e negli animali da diversi agenti chimico-fisici esterni.
Lo studio dei tropismi ha permesso di mettere in chiaro tutti gli psichismi inferiori che sono del più grande interesse per la fisiologia o la biologia.
Gli esseri viventi sono costantemente sottoposti alle azioni del mezzo fisico in cui si trovano. Essi rispondono con delle *reazioni motrici* che possono essere *indirette o dirette*.
Fra le *reazioni indirette* vanno annoverati i *cinestetismi* che sono dei movimenti casuali provocati da eccitazioni esterne (per esempio la *fotocinesi* od attività motrice causata dalla luce).
Fra le *reazioni dirette* vanno annoverati i *tropismi veri e propri*. Questi sono azioni di reazione di movimento e di orientamento, causati da agenti fisici o chimici per i quali l'organismo si piega o si sposta verso la sorgente di energia esterna od in senso opposto. Così, ad esempio, i rami delle piante si dirigono verso la direzione di provenienza della luce e allo stesso modo molti animali sono attratti o respinti da lampade brillanti nella oscurità.
I tropismi sono designati da un nome che ricorda l'agente che lo provoca:
fototropismo è il tropismo causato dalla luce;
galvanotropismo è quello causato dalla corrente elettrica;
geostropismo è quello determinato dal peso;
chimitropismo è quello dipendente dalle azioni chimiche dei corpi disciolti nell'acqua o diffusi nell'atmosfera.
Quando un tropismo orienta o conduce l'organismo verso la sorgente di eccitazione, si chiama *positivo*, nel caso opposto si chiama *negativo*.
La questione dei tropismi spiega così alcune reazioni istintive degli esseri inferiori ed anche dell'uomo.

13.5. - L'attività nervosa superiore

13.5.1. *Generalità*
È ora necessario esaminare le *reazioni fra la coscienza ed i processi nervosi; fra il fenomeno mentale e quello cerebrale*.
Il nocciolo della questione sta nel comprendere in che modo ciò che avviene nelle cellule piramidali subisca l'influsso degli avvenimenti anteriori o futuri; come le stimolazioni si mutino in inibizioni e viceversa. Ancora più importante è il comprendere come vi sorgano fenomeni imprevedibili, come vi nasca il *pensiero*.
Il cervello ed il midollo formano un tutto indivisibile coi nervi e coi muscoli. I muscoli, da un punto di vista funzionale, non sono che un prolungamento del cervello; grazie ad essi ed alla loro armatura ossea, l'intelligenza umana ha dato la sua impronta al mondo.
Vi è pure un altro sistema organico costituito di sostanza cerebrale, nervi, muscoli e cartilagini che contribuisce alla superiorità dell'uomo sugli altri animali: la lingua e la laringe col loro apparato nervoso. Con essi possiamo esprimere i nostri pensieri, comunicare fra noi con dei suoni.
Non esisterebbe civiltà senza linguaggio articolato: l'uso del linguaggio e quello della mano hanno collaborato attivamente allo sviluppo del cervello.
I centri corrispondenti alla mano, alla lingua e alla laringe sono assai estesi nella corteccia cerebrale; nel medesimo tempo comandano i movimenti di afferramento, della scrittura e della parola, e ne sono stimolati: sono nello stesso tempo determinati e determinanti.
Nessuna parte dei centri nervosi agisce isolatamente: visceri, muscoli, midollo, cervello, sono solidali gli uni con gli altri.
I muscoli, quando si contraggono, non lo fanno soltanto in dipendenza delle zone nervose del cervello e del midollo, ma anche di numerosi visceri; ricevono i loro comandi dal sistema nervoso centrale e la loro energia dal cuore, dai polmoni, dalle ghiandole a secrezione interna; per obbedire al cervello hanno bisogno di tutto il corpo.
Il corpo ci si presenta dunque come una entità estremamente complessa, una gigantesca associazione di diversi tipi di cellule, ciascuna delle quali è composta di miliardi di individui che vivono immersi in sostanze chimiche prodotte dalle stesse e rinnovate dagli alimenti.
Questi individui si trasmettono i prodotti delle proprie secrezioni da un capo

all'altro del corpo e sono uniti fra di loro dal sistema nervoso.
13.5.2. *Le localizzazioni cerebrali*
Coscienza, pensiero, volontà dipendono dalla attività armonica della scorza grigia che, come si è detto, ricopre superficialmente l'organo costituente la parte superiore dell'asse encefalorachidiano, ossia gli emisferi cerebrali o cervello propriamente detto.
Esso è costituito fra i 10 ed i 14 miliardi di cellule nervose (neuroni) che i loro prolungamenti multipli (fibre nervose) uniscono in una inestricabile rete comportante infinite interconnessioni (le sinapsi); questa scorza costituisce un tutto funzionale ove anatomia ed istologia permettono di distinguere delle zone e delle curve caratteristiche.
È così possibile determinare i *centri* di comando della *motricità volontaria* dato che ciascun gruppo di muscoli volontari dipende da cellule particolari della scorza che entrano appunto in gioco per i movimenti volontari. La loro distruzione sopprime in questi muscoli, non la motilità, ma il comando volontario di questa motilità.
Esistono, parimenti, dei centri cerebrali ove terminano le fibre *sensitive e sensoriali* quali il *centro della sensibilità cutanea* (tatto, dolore, caldo e freddo), *centro della visione*, *centro dell'udito*, ecc.
La loro distruzione determina la perdita della sensibilità cosciente (non si percepisce più il contatto, la puntura, ecc. della vista, dell'udito, mentre una lesione localizzata determina una perdita limitata di uno dei sensi: limitata sensibilità cutanea, limitazione del campo visivo, ecc.
Nella vicinanza di questi centri, *i neuroni cerebrali* si « specializzano » nel compito di *determinare unioni*, di *coordinare l'attività* degli elementi vicini.
Per il linguaggio, però questa « specializzazione » non avviene che da un *solo lato del cervello*, quello *sinistro* generalmente, essendo questo lato che comanda la mano attiva, la destra.
Per i mancini è tutto l'opposto.
Mentre tutti i centri precedentemente citati sono bilaterali, i centri coordinatori corrispondenti al linguaggio si raggruppano nel cervello dal lato sinistro, dove sono in rapporto con i centri dei due lati.
Vicino ai *centri* motori vi sono dei centri detti prassici che *coordinano* la loro azione, permettendo la esecuzione di *movimenti complessi* di assieme. La loro distruzione determina l'incapacità di eseguire detti movimenti (aprassia).
Fra questi centri si trovano quelli che comandano i movimenti della scrittura e quelli che regolano i movimenti della laringe necessari alla fonazione.
In vicinanza dei centri della visione e della audizione, sempre dalla parte sinistra dove si trova il centro del linguaggio, si trovano i *centri coordinatori, detti gnosici*, delle impressioni visive ed acustiche.
Il *centro coordinatore* visivo permette di vedere le immagini visuali necessarie alla lettura. Una lesione di questo centro rende incapaci alla lettura (cecità verbale).
Il *centro coordinatore uditivo* si incarica della « immagine sonora » delle parole. Una lesione a questo centro rende inintellegibile la parola (sordità verbale).
Tutta la vita mentale e l'intelligenza riposano sulle *associazioni* che si stabiliscono fra questi diversi centri coordinatori che utilizzano i neuroni di tutto il cervello.
Una lesione che non interessi i centri essenziali, anche se estesa, causa danni non gravi poichè il funzionamento mentale che mette in gioco l'associazione di diversi elementi degli organi ricevitori (evocazione di immagini) può continuare anche se alcune vie associative sono interrotte dato che la enorme quantità di queste possibili vie permette delle sostituzioni.
Le lesioni bilaterali del lobo occipitale interessano il pensiero visuale; nella regione parieto-temporale sinistra, dai centri della vista ai centri motori, passando attraverso i centri uditivi, resta compromesso il pensiero verbale, e le lesioni importanti che interrompono l'assieme dei circuiti associativi, possono determinare difetti nel linguaggio (afasia) con diminuzione considerevole del potere intellettuale dato che la nostra società implica l'utilizzazione del linguaggio, strumento necessario del pensiero simbolico.
La distruzione dei due centri prefrontali non motori determina delle turbe particolari: dei cambiamenti di carattere con mancanza di volontà, impulsi inesistibili, perdita della socievolezza, ecc.
Resta quindi chiaro che, salvo lesioni che interessino zone particolari, è sempre possibile, per merito della grande quantità di neuroni, in gran parte non utilizzati, di attuare innumerevoli connessioni associative.
Così l'udito che è biauricolare può essere assicurato da uno dei due centri uditivi.
Lo sviluppo dei centri coordinatori e delle vie associative che servono di base alla vita mentale non sono sempre tutte utilizzate: esso si attua progressivamente nel bambino, a partire soprattutto dalle impressioni uditive e ottiche (educazione) e continua nell'uomo adulto.
Così le « vie » cerebrali sono assai più complesse e più delicate e più sensibili ad una minima lesione nell'uomo istruito che nell'ignorante.

A questo punto termina la disgressione nel campo della fisiologia, della biologia e della psicologia, disgressione ritenuta indispensabile per chiarire alcuni concetti basilari per quanto avevamo incominciato a trattare e per quello che diremo. *(continua) A.*

Piero Soati

I ricevitori radio: loro costituzione e riparazione*

(*) segue dal n. 10, ottobre 1968 pag. 421.

1. - SULLA CONVERSIONE DI FREQUENZA

In un circuito supereterodina la conversione di frequenza dalla portante *f* al valore della media frequenza *fi* richiede la presenza di un generatore locale che generi una tensione avente la frequenza *fo* in modo che $fo - f = fi$ (oppure $f - fo = fi$). Ciò si può ottenere con due sistemi diversi e precisamente:

a) facendo seguire ad un processo di sommazione quello di rivelazione;

b) modulando in ampiezza la tensione a frequenza portante con quella della frequenza locale.

1.1. - Conversione di frequenza per sommazione-rivelazione

Il procedimento di cui al punto *a*) si realizza sommando le due tensioni di frequenza diversa ed applicando detta somma alla griglia di comando di un tubo che è fatto lavorare in modo da dar luogo alla rivelazione. Ciò equivale a dire che la tensione a frequenza portante e quella a frequenza locale vengono applicate contemporaneamente allo stesso elettrodo del tubo elettronico, mentre con il sistema indicato in *b*) le due tensioni in gioco pervengono invece a due diversi elettrodi.

Il processo di sommazione e di rivelazione può essere ottenuto in due modi distinti a seconda se l'effetto di rivelazione del tubo si accompagna o no alla produzione della tensione a frequenza locale. Ad esempio nello schema di fig. 1 la placca del tubo è accoppiata mediante un trasformatore al circuito oscillante di griglia comprendente *Lo* e *Co*. Per tale fatto, ed ammettendo che si verifichino alcune condizioni essenziali delle quali parleremo in seguito, il circuito oscillante in questione (*Lo* e *Co*) è sede di una corrente alternata persistente, per cui si stabilisce ai suoi capi una tensione alternata corrispondente alla *frequenza locale*. Detta tensione si somma con quella a frequenza portante ricavata ai capi di *L* e *C* e che è applicata al centro elettrico di *Lo* tramite il condensatore C_1.

Effettuata la sommazione delle due frequenze si provvede alla rivelazione nel circuito stesso di griglia (funzionante con tensione di polarizzazione nulla, cioè con il sistema a rivelazione di griglia).

È il caso di osservare che uno schema del genere, al quale viene dato il nome di tropadina, è ormai completamente abbandonato, almeno per quanto concerne i ricevitori del commercio destinati alla radiodiffusione, mentre è usato talvolta in alcuni ricevitori destinati alle onde ultracorte. Gli inconvenienti che presenta questo circuito si riferiscono all'irradiazione della frequenza locale che può facilmente pervenire al circuito accordato di antenna. Inoltre dato che la frequenza di accordo dell'oscillatore locale risente di quella del circuito di ingresso, e viceversa, si manifestano degli effetti di trascinamento a causa dello *smorzamento* non trascurabile del circuito di ingresso, conseguente al fatto che esso è cortocircuitato dall'impedenza griglia-catodo, non sufficientemente elevata, per effetto della corrente di griglia.

Facendo ricorso all'uso di un tubo separato per generare la frequenza locale « *fo* » lo schema di fig. 1 si modifica in quello mostrato in fig. 2, che presenta alcuni vantaggi.

Premesso che tra la griglia di comando ed il catodo sono ancora applicate due tensioni in serie, si fa osservare che l'effetto di rivelazione è ottenuto in questo caso facendo lavorare il tubo nel gomito inferiore della caratteristica anodica e pertanto con una tensione di polarizzazione data dal resistore *R*, in serie al catodo, pressappoco uguale al potenziale di interdizione. Ciò significa che la corrente di griglia è nulla e che l'impedenza catodo-griglia è considerevolmente elevata, per cui il circuito d'ingresso *L* e *C* non subisce lo smorzamento che si manifesta con lo schema di fig. 1.

Oltre a ciò il circuito a frequenza locale « *fo* » risulta accoppiato al circuito *L* e *C* tramite della capacità interelettrodica griglia-catodo, il cui valore è considerevolmente minore di quella del condensatore C_1 adoperato, per l'appunto, nello schema precedente. Pertanto l'irradiazione della frequenza è notevolmente inferiore e così pure risulta molto ridotto l'effetto di trascinamento.

In realtà quando si effettua il cambiamento di frequenza per sommazione e rivelazione non si ha solo a che fare con i suddetti inconvenienti. Occorre infatti considerare che con la sommazione si producono delle armoniche, mentre la rivelazione dà luogo ad una deformazione dell'inviluppo dell'onda la qual cosa è origine di distorsioni anche notevoli.

Fig. 1 - Circuito a conversione di frequenza per sommazione-rivelazione.

Fig. 2 - Circuito simile a quello di fig. 1 ma con generatore locale separato.

Fig. 3 - Conversione con tubo a 4 griglie Hartley.

La tecnica moderna ha ovviato ai suddetti inconvenienti modulando simultaneamente con due tensioni il flusso elettronico di un tubo, più precisamente applicando a due elettrodi diversi la tensione a frequenza portante e quella avente frequenza locale.

Analogamente a quanto si è visto in precedenza la tensione a frequenza locale può essere generata dallo stesso tubo che riceve la frequenza portante, oppure mediante un tubo separato.

La prima soluzione è agevolata da particolari disposizioni attuate nel sistema elettrodico dei tubi che sono espressamente studiati a tale scopo.

La seconda, intuitivamente migliore, è per altro attuata anche nei tubi unici del tipo a flusso elettronico separato.

1.2. - Conversione di frequenza per modulazione con tubi a flusso elettronico unico

Per comprendere meglio quanto diremo sul cambiamento di frequenza per modulazione, l'unico sistema ormai adoperato, è opportuno precisare anzitutto il significato della distinzione riguardante il funzionamento del tubo e che è riferita alla struttura dell'edificio elettrodico.

Un poliodo, cioè un tubo a più griglie, è del tipo a flusso elettronico unico qualora l'elettrodo destinato a raccogliere l'emissione elettronica sia uno solo. Se il flusso elettronico uscente dalla superficie emittente è invece raccolto da due elettrodi separati il tubo è del tipo a flussi elettronici separati. È questo il caso di un diodo-pentodo nel quale oltre al percorso catodo-anodo della sezione pentodica, si ha anche un percorso elettronico del flusso fra catodo e anodo del diodo.

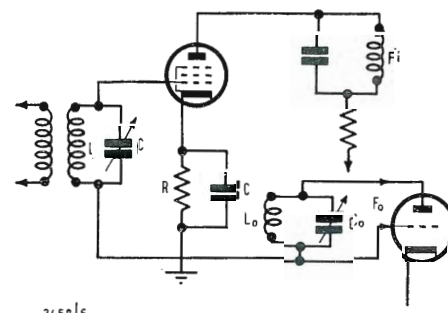
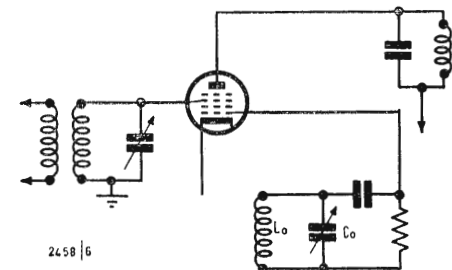
I tubi a flusso elettronico unico mediante i quali si realizza il cambiamento di frequenza si distinguono per il numero degli elettrodi interposti fra il catodo e l'anodo.

Si hanno così i tubi a quattro, cinque e sei griglie i quali sono noti con il nome di exodi, cioè sei elettrodi (catodo, quattro griglie e anodo), gli eptodi, con sette elettrodi, e gli ottodi, con otto elettrodi.

1.3. - Conversione di frequenza con l'eptodo

Un tubo a quattro griglie, del tipo illustrato in fig. 3, comprende due griglie comando, la prima e la terza, e due griglie schermo, unite fra di loro internamente, cioè la seconda e la quarta.

Una struttura del genere è adatta a consentire la realizzazione del circuito a cambiamento di frequenza in diversi modi.

Nel caso si desideri generare con esso anche la tensione avente frequenza locale, possono essere usati gli schemi indicati nelle figg. 3 e 4.

In quello di fig. 3 il circuito oscillante *Lo* e *Co* è sede di una tensione alternata persistente in conseguenza all'accoppiamento ad autotrasformatore realizzato fra la prima griglia ed il catodo. Tenendo presente che dei generatori parleremo più diffusamente in seguito, si fa osservare che la disposizione attuata per avere la frequenza locale è quella tipica del circuito Hartley, in quanto la disposizione classica del circuito oscillatorio fra la placca e la griglia non può considerarsi diversa da quella griglia-catodo. Infatti il catodo è percorso dalle stesse correnti (componente continua e componente alternata) del circuito anodico. Pertanto con lo schema di fig. 3 la corsa del flusso elettronico tra il catodo e l'anodo è modulata dalla tensione a frequenza locale « *fo* » generata nel modo che si è detto, ed anche, successivamente, dalla tensione a frequenza portante *f*.

Di conseguenza si hanno sull'anodo due componenti: una a frequenza $fo - f$ ed un'altra $fo + f$, di cui la prima corrisponde alla frequenza di accordo del circuito oscillante *fi* ed è la sola pertanto ad essere utilizzata.

Con lo schema di fig. 4 l'oscillatore per la tensione a frequenza locale segue invece la disposizione detta del Meissner. Parleremo in seguito della conversione di frequenza ottenuta mediante l'impiego degli eptodi e degli ottodi e dei maggiori inconvenienti che caratterizzano la conversione di frequenza.

2. - SULLE INTERFERENZE NEI RADIORICEVITORI

Fra le anomalie che generalmente riescono a far sudare le proverbiali sette camicie ai tecnici ed ai radioriparatori vi sono anche quelle relative ai fischi di interferenza che si manifestano nei radioricevitori nei più svariati dei modi.

Le cause che possono dare origine a tale insidioso inconveniente sono le più svariate: da un condensatore elettrolitico del circuito di alimentazione, generalmente il secondo, alla valvola *convertitrice-mescolatrice* esaurita o poco efficiente, ad uno schermo che fa cattivo contatto con lo chassis, o ad accoppiamenti parassiti che si possono manifestare fra i vari circuiti ed in modo particolare fra i circuiti di alta e di media frequenza.

Questo inconveniente si può palesare evidentemente in qualsiasi tipo di ricevitore, sia esso destinato alla ricezione della radiodiffusione oppure di tipo professionale, su qualsiasi gamma d'onda.

In relazione a tale fatto è indispensabile che i tecnici siano in condizioni di stabilire con esattezza se la presenza dei fischi sia imputabile a cause esterne, ed in tal caso si tratterebbe di interferenze vere e proprie, oppure a deficienze intrinseche dell'apparecchio.

2.1. - Concetto di interferenza

Qualora due emissioni di onde elettro-

magnetiche (e non solo queste), abbiano una frequenza leggermente diversa fra loro si manifesta un battimento, udibile in ricezione, la cui frequenza è uguale alla differenza esistente fra le due frequenze.
Se ad esempio due trasmettitori irradiano contemporaneamente sulle frequenze di 1331 e di 1329 kHz, in ricezione si udrà un battimento di 2 kHz che disturberà notevolmente e che sarà dovuto alla differenza delle due frequenze e precisamente: 1331 — 1329 = 2 kHz.
La conoscenza del fenomeno in questione, che è comune anche ad altri tipi di onde quali quelle acustiche e luminose, può essere approfondito consultando un qualsiasi manuale di fisica.
Per quanto concerne i ricevitori, siano essi professionali o di tipo normale, i battimenti che interessano i tecnici sono quelli che hanno una frequenza inferiore ai 9000 Hz. I moderni ricevitori a modulazione di ampiezza infatti sono realizzati in modo da consentire la ricezione di frequenze non superiori ai 4500 Hz. Ciò per il motivo che alle stazioni di radiodiffusione è consentito di occupare un canale avente la larghezza di 9000 Hz (cioè 9 kHz) e di conseguenza esse devono irradiare due bande laterali perfettamente simmetriche aventi la larghezza massima di 4500 Hz ciascuna.

2.2. - Interferenze causate da due stazioni che trasmettono su frequenze vicine

Come abbiamo precisato più sopra qualora due stazioni radio trasmettano su frequenze molto vicine l'una all'altra danno luogo in ricezione ad una nota di interferenza, cioè ad un battimento, che è uguale alla differenza fra le due frequenze usate.
Questo genere di interferenza, che potremo dire reale non essendo dovuto a difetto del ricevitore, ha la caratteristica di dar luogo ad una nota di battimento che, nei ricevitori supereterodina, rimane costante come frequenza pur variando di intensità, qualora si effettuino dei modesti spostamenti della sintonia.
Si tratta di un particolare al quale il tecnico deve dare la massima importanza dato che consente di stabilire immediatamente se una interferenza è dovuta a cause esterne o ad un difetto dell'apparecchio in esame.
Il fenomeno sarà più comprensibile mediante un esempio.
Ammettiamo di essere in ascolto di una stazione Fs che trasmetta sulla frequenza di 845 kHz e che contemporaneamente ad essa trasmetta un'altra stazione avente la frequenza di 844 kHz.
Secondo quanto abbiamo precisato è evidente che in ricezione noteremo un battimento, più o meno forte a seconda della intensità della stazione interferente, che produrrà una nota di 1000 Hz. Infatti:

845 — 844 = 1 kHz = 1000 Hz.
Se in queste condizioni effettueremo, agendo sulla manopola di sintonia, un leggero spostamento della sintonia stessa, potremo constatare che il battimento, pur variando leggermente come intensità, non muterà di frequenza. Infatti se ammettiamo che il ricevitore impiegato sia del tipo supereterodina e come media frequenza $Fm = 470$ kHz, avremo che per ricevere la stazione Fs a 845 kHz la frequenza Fo dell'oscillatore sarà uguale a:

$Fo = Fs + Fm = 845 + 470 =$ 1315 kHz (1)

Lo stesso ragionamento sarebbe valido anche nel caso che Fo fosse uguale a $Fs - Fm$, ma in genere è scelta come frequenza Fo il valore superiore.
È evidente perciò che sintonizzandoci perfettamente sulla stazione «Fs» il cambio di frequenza avverrà secondo la seguente relazione:

$Fo = Fs - Fm$ e precisamente
1315 — 470 = 845 kHz (2)

Per quanto riguarda invece la stazione interferente Fs', che è presente anche essa in ricezione, avremo che:

$Fo - Fs' = Fm'$ cioè
1315 — 844 = 471 kHz (3)

Dalla (3) si può osservare come la differenza dei valori delle due emissioni, all'uscita della media frequenza, cioè dopo la conversione, sia di 1 kHz, (471 — 470 = 1 kHz).
Se noi effettueremo una piccola variazione della sintonia del ricevitore, la qualcosa equivale a spostare la frequenza dell'oscillatore locale, essendo il suo condensatore variabile calettato sullo stesso asse del condensatore di accordo, si dovrà constatare la condizione alla quale ci siamo riferiti più sopra e cioè che la frequenza della nota di battimento dovrà restare costante. Ammettiamo di effettuare uno spostamento di sintonia di 1 kHz portando la frequenza dell'oscillatore locale da 1315 a 1316. Avremo in questo caso, con riferimento alla relazione (2) che:

$$Fo - Fs = Fm$$

cioè

1316 — 845 = 471 kHz

e con riferimento alla relazione (3) che:

$$Fo - Fs' = Fm'$$

cioè 1316 — 844 = 472 kHz

La differenza fra questi due valori essendo sempre di 1 kHz (472 — 471 = 1 kHz) conferma la nostra affermazione. Identico risultato si otterrebbe naturalmente effettuando spostamenti di entità diversa (0,5; 2; 3; 4; 5 kHz etc.).

2.3. - Modalità per attenuare gli effetti delle interferenze

Qualche tecnico principiante sovente rimane perplesso di fronte al fatto che mentre un ricevitore funzionante nella gamma delle onde medie funziona in modo corretto durante le ore diurne, dia risultati pessimi durante le ore serali essendo in tal caso la ricezione affetta da forti fischi di interferenza (che possono essere tanto di natura esterna

Fig. 4 - Conversione con tubo a 4 griglie tipo Meissner.

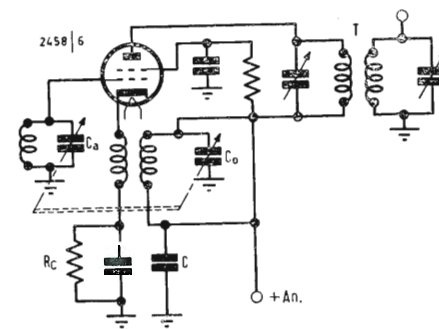
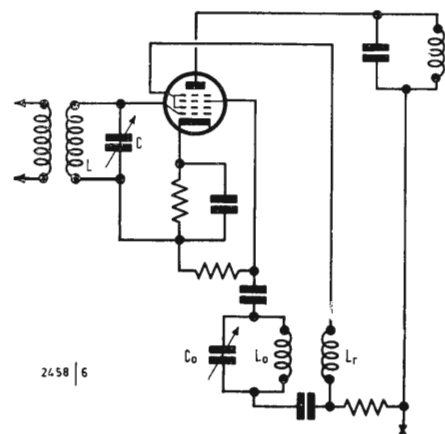
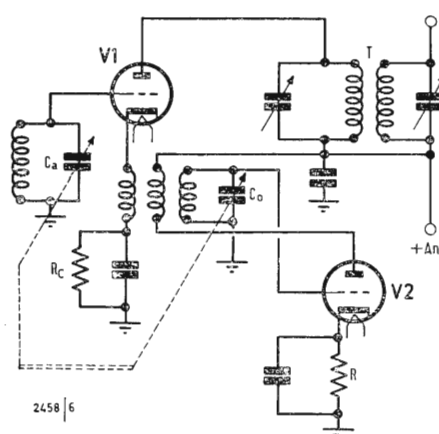



Fig. 5 - Schema di un normale convertitore di frequenza mediante tetrodo.

Fig. 6 - Schema di un normale convertitore di frequenza mediante due diodi.

quanto di natura interna). A questo proposito occorre tenere presente che per le onde medie il raggio diretto, che assicura la ricezione nelle vicinanze del trasmettitore, si propaga attenuandosi lungo la superficie terrestre, piegandosi secondo la sua curvatura e adattandosi alle asperità della superficie stessa. Esso arriva con intensità sufficiente a quelle distanze più o meno elevate che dipendono essenzialmente dalla lunghezza d'onda usata, dalla natura del terreno e dalla potenza irradiata dal trasmettitore (ed anche dal tipo di antenna usata in ricezione e dalla sensibilità del ricevitore). Le stazioni più potenti durante il giorno possono superare distanze dell'ordine dei 150 chilometri. I raggi indiretti, che consentono la ricezione a distanza, anche superiore al migliaio di chilometri, compaiono soltanto nelle ore serali ed in quelle notturne, è questo il motivo per cui un ricevitore che funge regolarmente durante il giorno, durante la sera può dare delle ricezioni tutt'altro che gradevoli, data la presenza negli stessi canali di più stazioni appartenenti a nazioni diverse.
Nella gamma destinata alle stazioni di radiodiffusione ad onda media si è cercato di ovviare a tale grave inconveniente dando origine a gruppi di stazioni sincronizzate che trasmettono sulla stessa frequenza. Si dice infatti *gruppo sincronizzato* un insieme di stazioni della stessa nazione, dislocate in località differenti che trasmettono, generalmente, lo stesso programma e la cui frequenza è mantenuta rigorosamente uguale fra di loro a mezzo di apparecchiature pilota ad elevatissima stabilità. Per quanto concerne le stazioni di debole potenza aventi carattere regionale, si è preferito adottare la forma della *quasi sincronizzazione* per cui esse, pur non essendo rigorosamente sincronizzate fra di loro (e quindi risparmiando la spesa di apparecchiature molto costose), non possono interferirsi in considerazione della loro dislocazione geografica.
Negli apparecchi professionali o semiprofessionali destinati preferibilmente alla ricezione di stazioni radiotelegrafiche o di servizi telefonici, il problema delle interferenze è stato in parte risolto mediante l'impiego di filtri a cristallo, meccanici o di altro genere che consentono di restringere la larghezza di banda ricevuta (essa può essere ridotta in tal caso da 6 kHz, anche a meno di 300 Hz, valore questo valido naturalmente per la sola ricezione radiotelegrafica). Un ulteriore miglioramento della selettività è stato ottenuto mediante l'impiego di antenne aventi caratteristiche altamente direttive.
L'uso dei suddetti filtri naturalmente non può essere esteso alla ricezione delle stazioni radiofoniche perché ciò provocherebbe gravi alterazioni alla qualità della modulazione. Possono essere invece usate le antenne direttive, comprese quelle a ferrite, delle quali sono dotati i moderni ricevitori a transistori. In casi particolari si può ricorrere all'uso di antenne a telaio, dette anche a quadro, le quali sono sfruttate in radiogoniometria in virtù delle loro proprietà di direttività. Esse infatti permettono di selezionare la ricezione della stazione che si desidera ricevere nei confronti di quella interferente, purché quest'ultima si trovi in direzione sensibilmente differente dalla prima.
Per quanto concerne la ricezione delle stazioni ad onde medie nelle ore serali, si deve tenere presente che ormai tutte le nazioni del mondo usano far irradiare i loro programmi da diverse stazioni su frequenze differenti, in modo che è quasi sempre possibile rintracciarne una che sia ricevibile in migliori condizioni delle altre.
Naturalmente il problema non si pone, o comunque si pone in altri termini, per quanto concerne la ricezione delle stazioni a modulazione di frequenza, le quali irradiando i loro programmi su frequenze che hanno praticamente portata ottica, non sono soggette a fenomeni del genere.
Nelle prossime puntate ci intratteremo sulle interferenze dovute a ragioni intrinseche dei ricevitori.

2.4. - Sulla distorsione della ricezione sulle stazioni locali

La distorsione che sovente si constata nella ricezione delle emittenti locali frequentemente è dovuta alla corrente che circola nel circuito della griglia comando dell'amplificatore di potenza durante le elongazioni positive della tensione di eccitazione.
Ciò si può dimostrare connettendo uno strumento tra la massa, che funge da potenziale di riferimento e l'estremo a valle del resistore di dispersione. Si può aumentare la tensione negativa di polarizzazione purché si tenga presente l'opportunità di non raggiungere il gomito inferiore della curva caratteristica. È perciò utile, quando si procede a questa variazione, mantenere applicata la tensione eccitatrice, che può essere tanto quella della stazione trasmittente quanto quella di un generatore di segnali, ed osservare le indicazioni dello strumento che sarà connesso in serie al catodo.
Il valore della componente continua della corrente anodica e della corrente di griglia schermo, così rilevato, non dovrà variare con il variare della tensione eccitatrice qualora la caratteristica di funzionamento sia rettilinea, cioè quando la corrente di griglia è nulla.
Tale procedimento consente inoltre di sapere quale sia il grado di efficienza del tubo interessato. Infatti se esso è in via di esaurimento l'intensità di corrente del catodo sarà minore del valore normale. In queste condizioni la curva caratteristica subisce un certo appiattimento e la tensione eccitatrice può in tal caso interessare il gomito inferiore

e provocare un certo sovraccarico al tubo.
Se questa causa può essere esclusa, e se si è appurato che la distorsione è dovuta all'eccessivo valore della tensione applicata alla griglia di comando, è necessario controllare il circuito del controllo automatico di sensibilità, nel quale si può riscontrare una tensione insufficiente. La misura di tale tensione deve essere effettuata con un voltmetro elettronico, avente una resistenza più elevata di quella del circuito al quale esso è collegato.
Invece del suddetto controllo può essere effettuata una misura di corrente inserendo un milliamperometro in serie all'alimentazione anodica dei tubi che sono sottoposti alla tensione del CAS. Il crescere del segnale incidente dovrà essere accompagnato da una adeguata diminuzione strumentale. Se ciò non avviene occorre controllare i componenti il circuito del CAS e precisamente il condensatore di accoppiamento allo stadio di frequenza intermedia, i resistori di carico e di livellamento e la tensione di ritardo, qualora si abbia a che fare con un regolatore ad effetto ritardato.
Può anche accadere che il circuito del CAS si trovi in condizioni del tutto normale ma che si abbia ugualmente una tensione di regolazione inferiore alle necessità. La causa in tal caso è generalmente dovuta all'emissione elettronica da parte della griglia comando dei tubi che fanno parte della catena del CAS. A questo effetto si può ovviare diminuendo la resistenza del circuito del CAS, e talvolta sostituendo il tubo nel quale il fenomeno si manifesta.
Nel caso invece che non si rilevi alcun inconveniente di cui sopra e che la distorsione sia da attribuire unicamente all'eccessivo valore della tensione incidente, cioè della stazione locale, si procederà nel seguente modo. Se il ricevitore è posto nelle vicinanze del trasmettitore ed è collegato ad una antenna è opportuno diminuire le dimensioni di quest'ultima, a meno che essa sia usata anche per la ricezione di altre stazioni più lontane. In quest'ultimo caso sarà opportuno far ricorso ad un partitore di tensione inserito all'uscita del rivelatore. I valori più indicati potranno essere trovati sperimentalmente a seconda delle esigenze. Se ad esempio il resistore di carico è costituito da un resistore avente il valore di 0,5 MΩ, il partitore sarà costituito da due resistori in serie da 0,25 MΩ. In questo primo modo la tensione ricavata fra gli estremi del resistore, connesso al catodo, è uguale alla metà di quella fornita del rivelatore e ciò, quasi certamente, sarà sufficiente ad eliminare l'inconveniente.
Sui fenomeni di distorsione ci intratteremo ancora diffusamente.

(continua)

Vetro per linee di ritardo TV con la prima pressa automatica

La Chance-Pilkington, la specializzata in prodotti di vetro di St. Asaph (Galles Settentrionale), ha messo a punto il primo procedimento di produzione automatica e continua per il vetro per le linee di ritardo TV a colori. Contemporaneamente ha perfezionato una nuova formula di materia prima che elimina il bisogno di immagazzinare il vetro per varie settimane prima di impiegarlo.
Queste due realizzazioni, secondo la Chance-Pilkington, ridurrebbero i tempi di produzione e di utilizzazione e diminuirebbero i costi. Il nuovo procedimento si svolge su una catena di produzione che riceve il vetro fuso da un'apposita vasca di fusione e comprime le gocce su un piano rotativo, impartendole la forma voluta.
L'unica modifica è stata l'introduzione di attrezzatura complessa e speciale per dare una forma intricata ad alta velocità d'esercizio. A risultato si ha una produzione automatica di 24 ore al giorno di vetro per linee di ritardo, con l'eliminazione delle presse a mano e la riduzione al minimo del tempo degli operatori.
Il più grande vantaggio del nuovo prodotto è la stabilità nel tempo. Data la composizione, il vetro per linee di ritardo TV precedentemente prodotto doveva invecchiare fino a tre mesi prima di poterne garantire la stabilità.
Oggi la Chance-Pilkington è in grado di fornire in appena cinque giorni un vetro impiegabile immediatamente.
I tecnici del Gruppo Pilkington hanno perfezionato il nuovo vetro stabile in meno di un anno, dopo averne investigate cinquanta composizioni. Oltre a rispondere ai severi capitolati del sistema PAL per linee di stato solido, che prevedono il coefficiente di temperatura del tempo di ritardo, la stabilità nel tempo e le proprietà di attenuazione, la composizione del vetro ha dovuto essere adattata alle tecniche di produzione continua.
La Chance-Pilkington ha già venduto questo vetro ai principali costruttori britannici di componenti per apparecchi TV a colori, fra i quali la Standard Telephones and Cables Ltd, e sta conducendo studi di mercato nei paesi con il sistema PAL. Si ritiene comunque che il vetro per linee di ritardo verrà adottato anche per altri sistemi TV.
La nuova composizione offre anche un notevole potenziale per lo stampaggio di altri prodotti quali linee di ritardo per memorie di calcolatori e per l'elaborazione dei dati.

(a)

dott. ing. A. Contoni

Norme per la misura degli amplificatori*

Le prime norme dell'« American Standards Association » (ASA) relative agli amplificatori acustici datano dal 1958. È inutile precisare che da questa data in poi le apparecchiature di riproduzione sonora si sono seriamente evolute con l'esercizio del sistema stereofonico da una parte, con l'introduzione dei semiconduttori nella tecnica dell'amplificazione dall'altra parte. Il documento presentemente analizzato pretende colmare le lacune del primo testo, aggiungendo specialmente norme di prova per amplificatori multicanali. C'è pure descritto un nuovo metodo di misura dinamica della potenza di un amplificatore. Alcune norme basate sulle caratteristiche della rete americana, sono state corrette per adattarle alle caratteristiche della rete europea.

1. - GENERALITÀ - CONDIZIONI DI MISURE

Le condizioni qui sotto elencate devono essere mantenute per tutta la durata delle prove, salvo casi particolari, che saranno segnalati a tempo utile.
1. - Alimentazione di rete: 115, 127 o 220 V (tolleranza per tutte le tensioni ± 1%). Frequenza 50 Hz ± 2%. (Certi prodotti d'importazione sono previsti solo per 60 Hz, in questo caso si può constatare una leggera diminuzione delle prestazioni). Distorsione armonica inferiore al 2%. (Questa clausola esclude in modo assoluto la regolazione con elementi saturati, regolatori a ferro saturo).
2. - Preriscaldamento: l'amplificatore deve fornire una potenza uguale a 1/10 della potenza nominale dopo almeno un'ora, alla temperatura ambiente di 20°C ± 3°C, sul carico nominale, nelle condizioni normali di funzionamento.
3. - Generatore: la distorsione armonica del segnale di entrata deve rimanere inferiore del 20% di quella dell'amplificatore in esame, al livello corrispondente alla prova. La tolleranza sulle frequenze di misura è fissata al 2%.
4. - Carico: gli amplificatori concepiti per alimentare uno o più altoparlanti devono essere chiusi su un carico resistivo, avente un carico reattivo minore del 10% fino alla frequenza cinque volte più alta della frequenza di misura più alta. La resistenza di carico deve essere capace di dissipare la potenza massima in regime permanente senza variare di più dell'1% del suo valore nominale (valore indicato dal fabbricante). Nel caso in cui il fabbricante prevede più carichi nominali, le prove devono essere ripetute per ciascun valore specificato. Nel caso di un amplificatore destinato ad alimentare un altro amplificatore, conviene caricarlo con una resistenza di 100 kΩ ± 5% con in parallelo 1 nF ± 5%, salvo indicazioni contrarie del costruttore.
5. - Schermature - Coperchi - Guarnizioni: questi elementi, qualora siano normalmente forniti, devono essere in posto per tutta la durata delle prove. Se vengono forniti contenitori accessori, bisogna attenersi alla combinazione, che produce il massimo riscaldamento.
6. - Collegamento alla rete: deve essere

(*) Da un documento USA, IHF-A-201/1966, pubblicato dall'"Institute of High Fidelity" di New York e dalla *Revue du Son*, 184-185 settembre 1968.

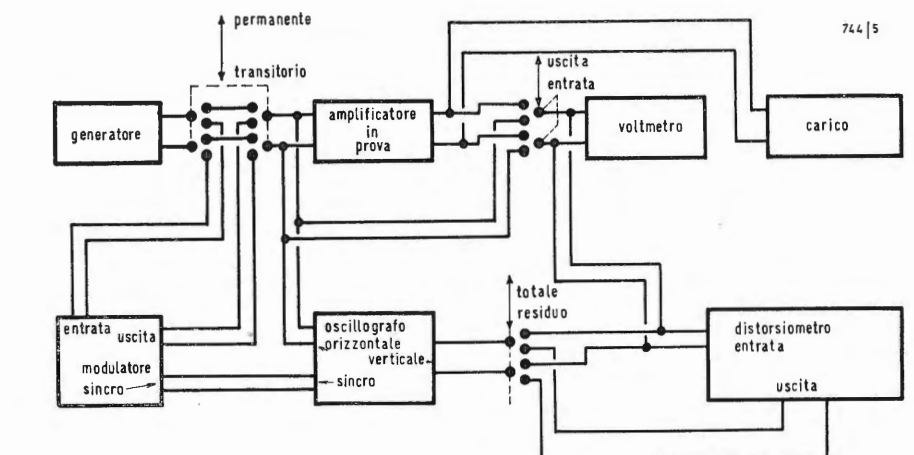



Fig. 1 - Apparecchiatura di prova adottata.

fatto per il minimo del rumore di fondo sull'entrata di maggior sensibilità; esso non dovrà più essere modificato in seguito.

7. - Posizione dei comandi: salvo indicazioni contrarie, i comandi di livello devono essere disposti in posizione di massimo guadagno. I controlli di tono e di correzione fisiologica devono essere messi in posizione « lineare » secondo le indicazioni del costruttore. I controlli automatici devono essere esclusi. Gli altri regolatori (come il bilanciamento) devono essere in posizione normale.

8. - Apparecchiatura di misura (fig. 1).

a) Voltmetro: a caratteristica di rivelazione lineare e tarato in tensione efficace sinoidale di 20 ÷ 200.000 Hz con precisione superiore a $\pm 2\%$ a fondo scala. La scala di misura usata deve essere specificata. Conviene tener conto eventualmente dell'impedenza di entrata del voltmetro nella determinazione dell'impedenza di carico.

b) Generatore: (di audio frequenza) deve avere un'impedenza interna notevolmente inferiore (al massimo 1/10) all'impedenza di ingresso dell'amplificatore in prova, con la possibilità di fornire due segnali identici di fase opposta, per certe prove.

c) Distorsiometro: a caratteristica di rivelazione lineare e in grado di misurare le componenti di rumore, di ronzio e di distorsione armonica nella gamma da 20 Hz a 0,2 MHz (segnale d'ingresso 20 ÷ 20.000 Hz) con precisione superiore a $\pm 10\%$, a fondo scala. La portata di misura dello strumento deve essere specificata. L'impedenza di entrata del distorsiometro è parte integrante dell'impedenza di carico dell'amplificatore.

d) Oscillografo: banda passante da 10 Hz a 0,2 MHz, con precisione di deviazione verticale del $\pm 10\%$, con possibilità di attenuazione a scatti con linee incorporate per un'entità totale di 40 dB. Sincronizzazione interna tarata e sincronizzazione esterna. È desiderabile un mezzo di adattamento per un dispositivo di fotografia per la ripresa di oscillogrammi.

2. - PROVE DI POTENZA

Salvo indicazioni contrarie, le prove a frequenza media devono essere fatte a 1 kHz. Negli amplificatori a bande strette, le prove devono essere eseguite alla frequenza media geometrica delle frequenze limiti di banda.

2.1. - Metodo statico, detto di potenza continua

Consiste nel valutare la potenza massima in regime sinoidale permanente (durata della prova non inferiore a 30 secondi). Un modulo di misura conforme alla fig. 2 indica la distorsione in funzione della potenza di uscita. La potenza di uscita nominale corrisponde all'intersezione della curva di distorsione/potenza con la linea rappresentante la distorsione nominale. La distorsione nominale (in regime continuo) corrisponde all'intersezione della curva di potenza/distorsione con la linea rappresentante la potenza nominale.

NB. Quando la curva distorsione/potenza taglia più di due volte la linea di distorsione nominale, bisogna contrassegnare i massimi di distorsione e le potenze corrispondenti. Conviene allora analizzare sullo schermo dell'oscillografo (formando le figure di Lissajous) il contenuto residuo di distorsione in modo da individuare ciò che è rumore, ronzio o diversi prodotti di non linearità (v. fig. 1).

2.2. - Metodi dinamici, potenza musicale

Consistono nel valutare la massima potenza con segnale sinoidale di breve durata (transitorio) corrispondente al tasso di distorsione nominale.

a) *Misura della distorsione transitoria.* Questa prova si effettua come al paragrafo precedente con la sola differenza che il generatore è sostituito da un modulatore, di cui si trova un esempio in fig. 4. Si applica all'oscillografo (deviazione verticale) il residuo di distorsione di cui si misura l'ampiezza in funzione del tempo. Bisogna dotare il modulatore di una costante di tempo (tempo di salita della curva inviluppo) paragonabile a quella della parola o della musica: cioè da 10 a 20 msec (tempo corrispondente ad una variazione di ampiezza compresa fra il 10% ed il 90% del valore di regime permanente). La taratura dell'oscillografo (deviazione verticale) in valore di cresta rispetto all'indicazione del distorsiometro in regime permanente si effettua con il segnale sinoidale di uscita dell'amplificatore; l'eccitazione dell'oscillografo si effettua usando il modulatore. Se la distorsione del segnale di entrata è sufficientemente bassa, la distorsione è data dalla deviazione verticale puntapunta fra i tempi 10 e 20 msec dopo che il segnale d'ingresso abbia raggiunto il 90% dell'ampiezza massima. Si rileva la potenza di uscita nello stesso intervallo di tempo. Per evitare errori di misura dovuti a modulazione con le bande laterali nel caso di bassa distorsione, si consiglia di usare un distorsiometro aperiodico, come il dispositivo differenziale di fig. 3.

b) *Metodo dell'alimentazione costante.* Si opera come con il metodo statico, con questa differenza che si mantengono (con dispositivi accessori, come alimentatori stabilizzati) tutte le tensioni di alimentazione ai loro valori di riposo (cioè quelli che si hanno in assenza di segnale d'entrata).

Fig. 2 - Caratteristiche tipiche di distorsione in funzione della potenza.

3. - MISURE DIVERSE

3.1. - Sensibilità

Tensione di entrata misurata a 1 kHz, quando l'amplificatore fornisce la potenza nominale. Si terrà eventualmente conto delle perturbazioni imputabili ai circuiti d'entrata multipli.

3.2. - Tensione massima d'entrata

Per valutare la protezione contro i segnali forti, tenendo conto dell'efficienza delle regolazioni di livello, si traccia la curva di distorsione a 1 kHz dell'amplificatore, mantenendo la sua potenza di uscita a 10 dB sotto la potenza nominale (fig. 5).

L'intersezione di questa curva con la linea di distorsione lineare indica il livello massimo di entrata (abbastanza vicino generalmente alla « soglia di tosatura »). Questa prova può essere ripetuta a diverse frequenze per rilevare l'effetto delle regolazioni dei toni.

3.3. - Impedenza di entrata

Misurata al punto d'impedenza di entrata fra 20 Hz e 20 kHz per la potenza di uscita inferiore di 10 dB alla potenza nominale.

Si può anche adottare il metodo della resistenza in serie (precisione superiore a $\pm 10\%$): si misura la tensione di entrata in condizioni normali per la potenza massima — 10 dB, poi dopo aver aumentato di 21 dB il livello di entrata, si inserisce una resistenza in serie con il generatore fino a ritrovare il livello di potenza precedente. L'impedenza di entrata è uguale al valore della resistenza inserita diviso per 10. Può essere conveniente misurare la distorsione con questa resistenza in serie, poi confrontare i risultati con quelli ottenuti prima, in modo da determinare l'influenza del tipo di generatore (a tensione costante o a corrente costante).

3.4. - Impedenza di entrata

Misurata nella banda da 20 Hz a 20 kHz per la potenza di uscita inferiore di 20 dB rispetto alla potenza di uscita nominale.

Il rilevamento della impedenza di uscita può essere fatta come segue, con precisione superiore al 10%: in un primo tempo si misura fra 20 Hz e 20 kHz la tensione di entrata necessaria affinché l'amplificatore fornisca a vuoto una tensione corrispondente alla potenza nominale, meno 10 dB (ossia 1/10 di questa potenza); in un secondo tempo, si chiude l'amplificatore sopra una resistenza uguale a 1/100 del carico nominale R e si regola il segnale di entrata per ottenere la tensione di uscita uguale a 1/100 di quella misurata precedentemente. Si calcola allora l'impedenza di uscita con la formula: $R_u = R$ (carico nominale) $\times V'_1/V_1$, dove V_1 e V'_1 sono i valori della tensione di entrata rispettivamente al 1° e al 2° tempo di misura e R_u è la resistenza interna (indicabile anche con R_i). Durante questa prova, bisogna accertarsi che non intervenga nessuna saturazione (di tensione o di corrente).

Questa misura d'impedenza di uscita può essere ripetuta per diversi livelli di uscita, a scatti di 10 dB a partire dalla potenza nominale, fino al livello del rumore di fondo maggiorato di 30 dB.

3.5. - Fattore di smorzamento

Questo termine caratterizza la qualità di regolazione di un amplificatore; rappresenta anche una valutazione indiretta dell'impedenza di uscita.

Questo fattore può essere definito come il rapporto della tensione di uscita al carico alla variazione della tensione di uscita quando si toglie il carico (cioè $U/\Delta U$). È anche il rapporto dell'impedenza nominale alla resistenza interna (cioè R/R_i). Il fattore di smorzamento nominale deve essere misurato a 1 kHz per la potenza nominale. Il fattore di regolazione è uguale all'inverso del fattore di smorzamento espresso in percento.

Le misure devono essere effettuate al livello nominale fra 20 Hz e 20 kHz per determinare l'effetto della frequenza, poi a livelli inferiori, a scatti di 10 dB, per verificare l'influenza del livello.

3.6. - Stabilità

Una prima serie di prove consiste nel provare l'amplificatore senza segnale di entrata, facendo variare le impedenze del generatore e del carico; bisogna assicurarsi dell'assenza di segnali parassiti in uscita, salvo il rumore di fondo ed il ronzio residui. Il carico deve variare da 1/100 del valore nominale all'infinito (circuito aperto), poi da 100 pF a 10 µF, infine da 10 µH a 1 H. L'esame deve essere fatto preferibilmente con un oscillografo a larga banda (10 MHz se possibile, minimo 2 MHz). L'amplificatore viene ritenuto incondizionatamente stabile, a riposo, se non si rileva alcun segnale parassita durante tutta questa prova. In caso contrario, si determinano i valori estremi di RLC del carico, che ingenerano oscillazioni. Una seconda serie di prove consiste nel far variare l'ampiezza e la frequenza del segnale di entrata, ripetendo le variazioni d'impedenza del generatore e del carico come nel caso precedente. Nel caso più generale, le oscillazioni appaiono a frequenze esterne alla banda 20 Hz ÷ 20 kHz, conviene perciò applicare un segnale AF, poi osservare le oscillazioni a RF inserendo

Fig. 3 - Distorsiometro aperiodico. Si regola il circuito sfasatore e il potenziometro P per la minima deviazione del voltmetro. Il residuo $|E_1 - E_2|$ rappresenta le componenti di rumore e di distorsione. Il tasso di distorsione (in %) è il rapporto dei valori letti in corrispondenza delle due posizioni dell'invertitore « Distorsione » e « Taratura ».

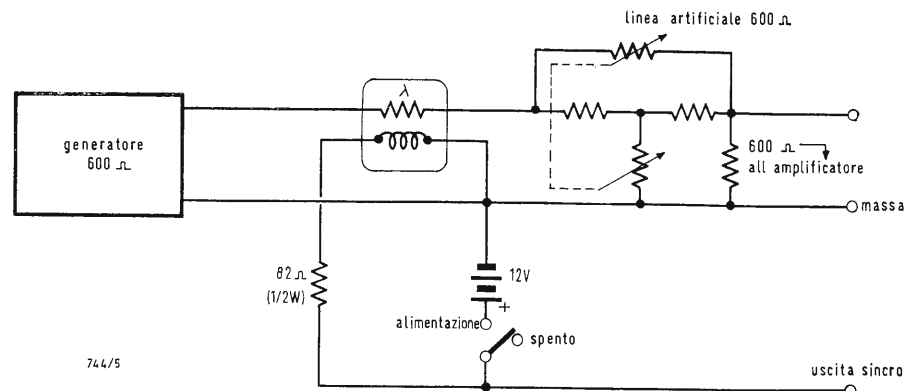



Fig. 4 - Modulatore a fotoresistenza per prova dinamica.

un filtro passa alto tra l'amplificatore e l'oscillografo. Analogamente si rivela la presenza di oscillazioni AF applicando un segnale RF, dopo aver inserito un filtro passa basso. Si faccia attenzione a non confondere oscillazioni parassite e variazioni di tensione di alimentazione, o distorsioni del segnale di entrata. L'impedenza d'entrata del filtro deve essere considerata come parte integrante del carico dell'amplificatore. In assenza completa di oscillazioni parassite durante questa prova, si dichiara l'amplificatore incontestabilmente stabile. Nel caso contrario, si notano, come precedentemente le caratteristiche del generatore e del carico, nonché la frequenza delle oscillazioni, l'ampiezza etc.

3.7. - Rumore di fondo e ronzio

L'amplificatore deve essere posto nelle condizioni normali d'impiego, salvo le entrate che devono essere cortocircuitate. Il rapporto segnale/rumore deve essere uguale al rapporto espresso in dB del livello nominale di uscita al livello di rumore. Bisogna assicurarsi che i collegamenti di cortocircuito non raccolgano alcuna corrente perturbatrice dovuta a irradiazione magnetica dell'amplificatore o dell'apparecchiatura di misura. Questa prova deve essere ripetuta per varie posizioni dei comandi e per le varie entrate previste dal fabbricante. L'amplificatore deve poi essere riesaminato con le entrate a circuito aperto. Bisogna assicurarsi che queste entrate non subiscano influenze elettrostatiche esterne all'amplificatore. Per valutare il disturbo auditivo del rumore di fondo, si possono ripetere le prove precedenti inserendo una rete psofometrica tra l'amplificatore e il voltmetro.

Si adottano poi le seguenti caratteristiche normalizzate:

— rete « C » a risposta attenuata di almeno 6 dB/ottava sotto 20 Hz e sopra 10 kHz;

— rete « B » di uguale caratteristica della « C », ma con cellula RC passa-alto supplementare (frontiera 160 Hz per potenza metà);

— rete « A » di uguale caratteristica della « C », ma con 2 cellule RC passa-alto identiche in cascata (frontiera 280 Hz a potenza metà).

Le misure con rete « C », che conducono ad un rapporto segnale/disturbo compreso fra 35 e 75 dB, devono essere rifatte con la rete « B ». Le misure effettuate con la rete « C » devono essere ripetute con la rete « A » quando si supera il valore di 65 dB.

Tutti i risultati delle misure di rumorosità dovranno includere le caratteristiche delle reti « A », « B », « C » impiegate, le condizioni di connessione delle entrate e la posizione dei comandi.

3.8. - Risposta in frequenza

Stabilita nella gamma 20 Hz ÷ 20 kHz, ad un livello inferiore rispetto al livello nominale diminuito di 10 dB e almeno di 20 dB superiore al livello di rumore. Il risultato deve essere espresso sotto forma di scarto in dB rispetto a una risposta lineare o rispetto ad una curva di riferimento. Si può misurare lo sfasamento entrata/uscita usando una figura di Lissajous o per mezzo di un fasometro.

Quando la risposta deve seguire una legge di equalizzazione rispondente a una certa norma, si può inserire vantaggiosamente un correttore di ampiezza complementare in modo da ottenere una lettura diretta degli scarti rispetto alla curva di riferimento.

L'influenza dei regolatori, l'azione principale dei quali è di correggere la risposta in frequenza (toni, correzione fisiologica), deve essere messa in evidenza con tante curve, quante ne occorrono (posizioni estreme e intermedie dei comandi). L'effetto del livello deve essere controllato a scatti di 10 dB, al disotto del livello massimo fino a saturazione di entrata.

3.9. - Diafonia intelligibile

La misura dell'accoppiamento (indesiderato) al livello delle entrate si deve fare al livello di uscita nominale diminuito di 10 dB.

Tutte le entrate libere devono essere caricate con resistenze (si usi 5 kΩ ± 10%, in mancanza di indicazioni da parte del costruttore). Il generatore deve essere applicato successivamente a ciascuna entrata; il che dà luogo alla generazione di curve di diafonia ampiezza/frequenza, nella banda da 20 Hz a 20 kHz, per ogni entrata adiacente.

Si adotta, come valore di accoppiamento diafonico, la più piccola variazione del livello di uscita (misurata a 1 kHz ed espressa in dB), espressa come il rapporto di ampiezza del segnale utile all'ampiezza della distorsione. La misura si effettua commutando le varie entrate come al paragrafo precedente, con la differenza che si misura il residuo di distorsione invece dell'ampiezza del segnale completo.

3.10 - Intermodulazione

La misura della distorsione d'intermodulazione si effettua con le due frequenze 60 e 7.000 Hz d'ampiezze rispettive nel rapporto 4/1.

Si definisce come tasso d'intermodulazione il rapporto della variazione media di ampiezza della frequenza più alta all'ampiezza nominale di questa frequenza, si esprime in percento di questa ampiezza.

La tensione di uscita è definita dal valore efficace di un segnale sinoidale di ampiezza di cresta uguale a quella del segnale composto. In generale il risultato di questa misura non è direttamente legato al tasso di distorsione armonica; è anche diverso dalla misura a

60 Hz nelle condizioni del paragrafo 1.

3.11. - Ambiente (influenza dell')

a) Variazioni della tensione di rete. Tali variazioni possono modificare i risultati relativi alla potenza e alla distorsione, alla sensibilità, alla protezione contro i sovraccarichi d'entrata, alla stabilità, al rumore di fondo e al ronzio. Bisogna quindi ripetere le prove relative a questi criteri di prestazioni per i valori estremi d'alimentazione forniti dal fabbricante. In assenza di indicazioni, si possono effettuare controlli per il valore nominale — 10% e + 5%.

Fig. 5 - Caratteristica tipica di sovraccarico all'entrata di un amplificatore. Soglia di sovraccarico: N_{max}; margine di sicurezza: 20 $lg\,N_{max}/N_{nom}$.

b) Variazioni della temperatura ambiente.

Possono influire sulle caratteristiche di potenza e distorsione. Per controllarne gli effetti, si ripetono le misure corrispondenti sull'amplificatore freddo in un ambiente a 15°C ± 3°C, poi sull'amplificatore, che abbia subito il preriscaldamento in un ambiente a 45°C ± 3°C.

c) Perturbazioni dovute alla rete di alimentazione.

Possono influenzare le caratteristiche di rumore di fondo. Si può rilevarne l'influenza ripetendo le prove corrispondenti dopo aver inserito (per mezzo di un trasformatore), in serie con uno dei conduttori di alimentazione, un generatore di modulazione parassita di ampiezza 2 V_{eff} fra 20 Hz e 20 kHz.

4. - PROVE DEGLI AMPLIFICATORI MULTICANALI

1°) Prestazione di ciascun canale: ciascun canale deve essere successivamente provato come si è detto nei paragrafi precedenti per un amplificatore; gli altri canali devono essere alimentati normalmente, ma non connessi al generatore di modulazione. È bene caricare gli accessi di entrata o di uscita non utilizzati, con resistenze appropriate.

2°) Diafonia: misurata come per un amplificatore a diverse entrate. Si collega il voltmetro o il distorsiometro in uscita dei vari canali (assicurando funzioni identiche): si eccita un solo canale. Gli accessi devono essere chiusi su resistenze di carico appropriate.

3°) Potenza alle frequenze centrali: si misura la potenza più alta disponibile all'uscita di ciascun canale; tutti i canali devono essere eccitati con un generatore unicamente attraverso attenuatori regolati per mantenere lo stesso livello di potenza in uscita rispetto alle potenze nominali. Si procede come per un amplificatore semplice (paragrafi 2*a* e 2*b*).

Questa prova deve essere fatta a partire da due segnali in fase, poi in opposizione di fase. La potenza più bassa ottenuta per canale si assume come potenza caratteristica di questa prova.

4°) Differenza di linearità in frequenza: si esprime come variazione relativa del livello di uscita di ciascun canale rispetto ad un canale preso come riferimento. La prova si fa da 20 Hz a 20 kHz, ad un livello compreso fra il livello massimo diminuito di 10 dB ed il livello di rumorosità maggiorato di 20 dB.

5°) Dissimmetria: lo scarto del guadagno fra canali in funzione delle regolazioni di guadagno viene controllato iniettando uno stesso segnale a 1 kHz a tutte le entrate, in modo da ottenere un livello di uscita uguale al livello nominale diminuito di 10 dB. Si tracciano varie curve a guadagno *decrescente* (partendo dal massimo), poi a guadagno *crescente* per mettere in evidenza l'influenza di un gioco eventuale nei comandi.

La dissimmetria dei controlli di tono viene effettuata nella regione da 20 Hz a 20 kHz, con un segnale applicato a ciascuna entrata, tale che non si abbia alcuna dissimmetria nulla in posizione normale dei comandi. Questi regolatori vengono poi portati nelle posizioni estreme; si rileva allora la dissimmetria sotto forma di scarto di amplificazione dei canali rispetto al primo preso come riferimento. Si assume come risultato finale di questa prova lo scarto massimo rilevato nell'intervallo da 20 Hz a 20 kHz e per qualsiasi posizione dei comandi.

Si possono ripetere queste prove facendo variare simultaneamente i regolatori adibiti al livello o al tono in due o più canali alla volta.

Bisogna assicurarsi che il livello massimo di uscita fissato al livello nominale diminuito di 10 dB, non sia mai superato, né abbassato al disotto del livello di rumore aumentato di 20 dB. Analogamente il livello alle entrate non deve mai raggiungere la soglia di saturazione.

6°) Multiplazione dei canali: questa operazione dà generalmente luogo alla messa in parallelo delle entrate e alla messa in comune di un carico unico, o a tutt'altra combinazione secondo le istruzioni del fabbricante. Le prove devono poi essere condotte come se si trattasse di un unico amplificatore monocanale.

A.

Ludovico De Luca

La percezione della tonalità - Realizzazione dell'orecchio interno*

1. - CONSIDERAZIONI GENERALI

Nella prima parte del nostro studio sulla percezione tonale abbiamo cercato di stabilire, partendo da poche premesse e seguendo il filo del semplice ragionamento, come dovrebbe essere fatto l'orecchio interno per riconoscere correttamente i toni e le serie regolari di impulsi. Ci proponiamo, in questa seconda parte, di vedere in che modo il progetto teorico così ottenuto risponda alla costituzione reale dell'orecchio; contrariamente alla normale realizzazione di prodotti industriali, nel nostro caso è chiaro che, trovando qualche discordanza tra progetto e prodotto, dovremo modificare unicamente il primo.

Alcune di queste modifiche erano già prevedibili, del resto, a causa delle semplificazioni fatte nel corso della prima parte, come per esempio quelle relative alla rotazione di fase tra i rivelatori x e y. Anche lo schema d'insieme riguardante il campo di frequenza in cui funzionano i sistemi $F3$ e H, di conseguenza, dovrà essere opportunamente corretto.

Per esaminare le soluzioni realmente utilizzate nell'organo dell'udito, sarà quindi necessaria una descrizione delle parti che lo compongono e delle rispettive funzioni. Tale descrizione, per quanto breve ed elementare, non dovrà essere però incompleta; anche senza arrivare al caso estremo del mezzo verme visto nella mela appena addentata, ci sembra infatti che in generale sia sempre meglio vedere le cose per intero piuttosto che a metà. Man mano che verranno incontrati gli inevitabili termini specifici, cercheremo di renderli innocui chiarendone subito l'origine e il significato; qualcosa di simile faremo pure per i vari scopritori, oltre che limitarci naturalmente ai nomi più importanti. Notiamo infine che con questa descrizione avremo modo d'osservare da vicino le parti che concorrono a dare la sensazione auditiva, secondo un punto di vista diverso dal solito: con lo sguardo pratico del tecnico elettronico, per così dire, anziché con il microscopio del medico.

(*) segue dal n. 10, ottobre 1968, pag. 428.

2. - MODIFICHE AL PROGETTO TEORICO

Per prima cosa chiediamoci come sia possibile disporre sulla medesima linea

Fig. 1

Fig. 2

di ritardo tutti i rivelatori, utilizzando una sola serie di rivelatori x e una sola serie di rivelatori y, per tutti e tre i sistemi di rivelazione, $F0$ per i toni estremi, $F3$ per i toni centrali e H per le serie di impulsi, senza che vi sia contrasto tra le rispettive informazioni in uscita.

In figura 1 è indicata una disposizione dei vari punti di rivelazione, utilizzabile se i rivelatori y agissero nel circuito logico come veri e propri inibitori. La rete elementare di collegamento, nella quale la parte tratteggiata riguarda soltanto i sistemi indicati dalle relative sigle, richiederebbe in questo caso essenzialmente l'allineamento dell'ultimo rivelatore x di ciascun sistema rispetto agli altri due sistemi. È opportuno notare che in tale figura, nella quale la scala del tempo è lineare e orientata verso destra, il rivelatore raggiunto per ultimo da un certo segnale corrisponde in effetti a quella parte del segnale, disegnata più a sinistra, che è entrata per prima nella linea di ritardo; l'avanzamento dell'onda, il suo ritardo lungo la linea e l'ordine dei rivelatori, sono cioè tutte grandezze che procedono verso sinistra, mentre il tempo intercorrente tra una parte e l'altra del medesimo segnale è una grandezza crescente verso destra.

Fig. 3

Nella disposizione ora vista, oltre alla necessità di veri inibitori, sono riconoscibili altri inconvenienti: la risonanza d'inviluppo dell'onda, per esempio, non può avvenire in un punto che sia adatto contemporaneamente ai sistemi $F0$ e H; tra il periodo T_f di un tono e il periodo T_h di una serie d'impulsi, sebbene corrispondenti ai medesimi punti di rivelazione, vi è una leggera differenza (pari a circa 6%).

Quasi tutti tali inconvenienti possono essere eliminati spostando a destra il punto x del sistema $F0$ (che con la sua posizione fissa l'altezza nominale della tonalità nei tre sistemi), come indicato in fig. 2. Ai nuovi rivelatori y non si richiede più alcuna funzione inibitrice, dato che essi devono solo riconoscere la presenza di un'onda (tratteggiata nella figura) ruotata di 90° rispetto a quella riconosciuta dai rivelatori x. Il circuito logico da usare nel caso $F3$ e H, conseguentemente, può essere rappresentato e pensato, d'ora in poi, come un semplice circuito di coincidenza.

Possiamo quindi disegnare un nuovo schema d'insieme dei tre sistemi di percezione, opportunamente corretto, che tenga conto anche del numero effettivo dei giri presenti nella còclea. Otteniamo così lo schema indicato in fig. 3, corrispondente a tre giri e un terzo della spirale.

Per capire l'incertezza esistente riguardo a quest'ultimo dato, basta pensare all'ultimo tratto di una chiocciola, dove la spirale svanisce in un punto. Ma neppure l'inizio del primo giro è facile da individuare: dando uno sguardo alla figura 4 ci accorgiamo che, siccome nel canale dell'orecchio interno esiste un tratto iniziale, quasi rettilineo, esterno alla còclea vera e propria, il primo giro di quest'ultima può iniziare tanto sulla linea a, quanto sulla linea b; in effetti l'inizio della spirale dipende solo da come sono fatti i collegamenti tra i rivelatori delle coppie $F3$ e delle terne H.

La figura 4 ha appunto lo scopo di illustrare l'insieme dei vari collegamenti. Per semplicità la spirale è stata disegnata distesa in un solo piano e allargata in modo da poter meglio distinguere la spira più interna.

Quel tratto della spirale che si trova contemporaneamente affiancato lungo entrambi i lati della spirale stessa, indicato con linea più piena, è adatto alla rivelazione del tipo H. In esso è infatti possibile costituire terne di rivelatori, associando a ciascun rivelatore x del sistema H sia un rivelatore y del giro più esterno, sia un rivelatore y del giro più interno.

Un tratto più lungo della spirale, che si trova affiancato dalla spirale stessa almeno all'interno, indicato con linea punteggiata, è adatto alla rivelazione del tipo $F3$. In esso bastano infatti coppie di rivelatori, composte di rivelatori x di un giro associati ciascuno con un rivelatore y del giro più interno.

Verso i due estremi del canale, compresa una parte del tratto rettilineo, possono essere sistemati infine i rivelatori semplici del tipo $F0$.

3. - MODELLO DELLA RIVELAZIONE ORTOGONALE

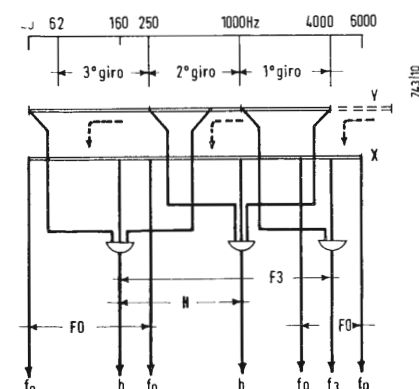
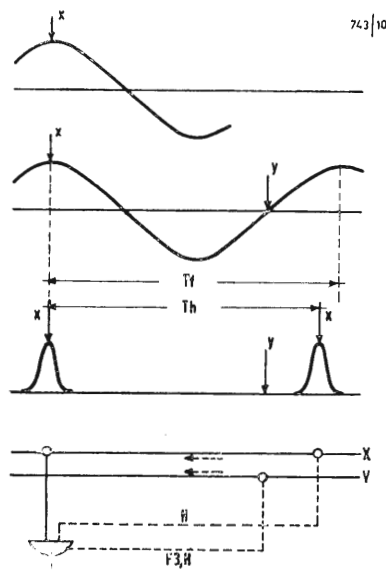
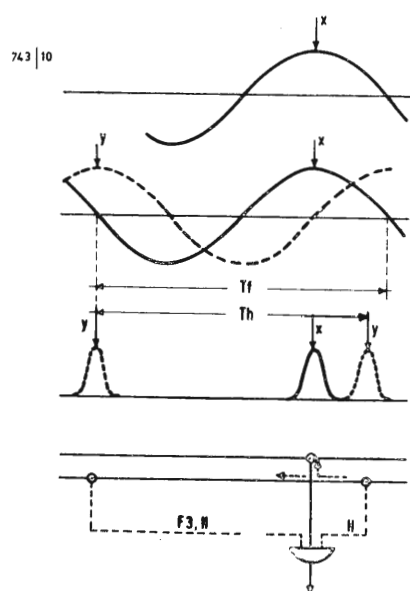
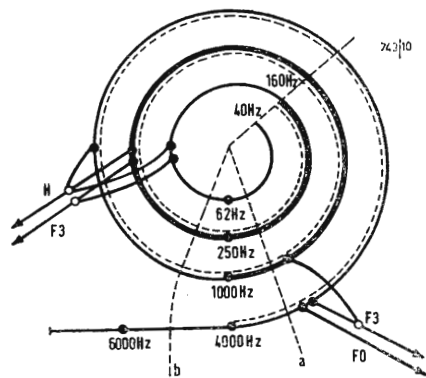
Per vedere più chiaramente in quale modo un circuito inibitore possa essere sostituito con un circuito di coincidenza tra più rivelatori, conviene partire dallo schema in fig. 1 e affrontare il caso più complesso, offerto dalle terne di rivelatori del sistema H. Si tratta di riconoscere la presenza di due impulsi nei punti x dello schema, controllando al tempo stesso l'assenza di segnale nel punto y.

Dato che vogliamo usare tre rivelatori dello stesso tipo, adatti quindi ad avvertire la sola presenza del segnale, è chiaro che per riuscire a rivelare un impulso anche nel punto (o nei punti) dove esso non si trova, dobbiamo necessariamente ricorrere a un secondo sistema di ritardo, sia pure incorporato nella medesima linea principale. Il tutto diviene più evidente se immaginiamo due soli impulsi viaggianti sulla linea: essi potranno al massimo eccitare contemporaneamente (come richiesto dal circuito di coincidenza) due rivelatori; per eccitare in quello stesso momento anche il terzo rivelatore, situato in un punto differente, occorre quindi un ritardo supplementare, da inserire in modo opportuno tra i vari punti.

Supponiamo d'essere riusciti a ritardare il primo dei due impulsi applicati alla linea principale, facendone un fedele duplicato e instradando soltanto quest'ultimo in un percorso ausiliario più lungo, e supponiamo pure che, su-

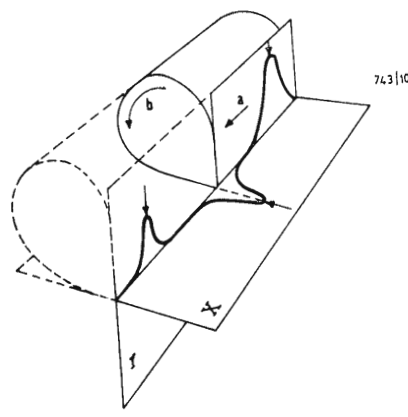
Fig. 4

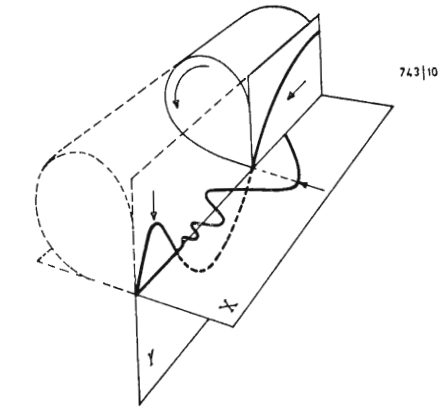
Fig. 5

Fig. 6

perata la deviazione ritardatrice, l'impulso duplicato si riaffacci sulla via diretta, nel punto giusto per essere riconosciuto da quel tale rivelatore addetto a controllare l'assenza del segnale.

Possiamo allora intuire quello che resta da fare: se infatti vogliamo che il rivelatore funzioni soltanto nel caso in cui non vi sia alcun altro segnale di passaggio, in quel momento, sulla via principale, sarà sufficiente disporre le cose in modo che l'ampiezza dell'impulso deviato, vista dal rivelatore, risulti diminuita con la presenza del segnale diretto, per qualsiasi valore e per entrambe le polarità che quest'ultimo può avere. Ciò avviene appunto se i due segnali sono ortogonali tra di loro, per esempio quando uno si manifesta mediante spostamenti verticali e l'altro mediante spostamenti orizzontali di uno stesso punto materiale, e se il rivelatore è disposto in modo da essere sensibile nella sola direzione corrispondente al segnale deviato.

In fig. 5 è data una rappresentazione grafica di quanto ora visto, nella forma di un modello adatto a facilitare la comprensione del fenomeno, anche se non rispondente in tutto alla realtà; la freccia a indica il senso del ritardo, crescente questa volta in modo logaritmico, nonché la direzione di propagazione dell'onda principale, che si manifesta mediante spostamenti nel piano verticale. La freccia b indica un possibile percorso ausiliario, che permette a un impulso generico di ripresentarsi nuovamente nello stesso punto, dopo un ritardo pari al tempo necessario a compiere un giro della linea principale (contato da quel punto nella direzione a), ma ruotato di 90° (cioè orientato nel piano orizzontale) rispetto a come si era presentato la prima volta.

Osservando bene la fig. 5 possiamo notare che, nel momento della coincidenza tra i rivelatori, quello di destra sta riconoscendo il secondo degli impulsi applicati, mentre gli altri due rivelatori sono entrambi eccitati dal primo impulso, presente nel medesimo istante in punti diversi, dopo essersi sdoppiato in differenti strade di uguale ritardo. Pertanto è chiaro che l'inviluppo del segnale lungo la linea deve avere la sua massima ampiezza più o meno nel punto del rivelatore intermedio, per garantire un'ampiezza sufficiente al segnale dopo le due strade di ritardo (che partono da quel punto). Quest'ultimo particolare ci fa capire che il rivelatore intermedio, benché messo in quella posizione per eseguire la funzione del rivelatore y della figura 1, corrisponde in realtà al rivelatore x della fig. 2 (il che spiega l'indicazione dei piani in fig. 5).

Dobbiamo ancora sottolineare il fatto che la serie dei rivelatori x deve veramente avere un diverso orientamento meccanico rispetto alla serie y, per discriminare nel modo più efficace i segnali ad essa destinati, in base alla loro diversa direzione. Tale direzione cioè non deve essere confusa con quella dei vettori delle grandezze alternative, che è una semplice rappresentazione matematica priva di significato fisico (dato che la corrente elettrica segue il percorso dei fili e non ruota assieme ai vettori).

Passiamo infine al caso della rivelazione ortogonale di un tono da parte di una coppia di rivelatori del sistema $F3$, illustrato in fig. 6, che adesso, dopo l'esame delle terne del sistema H, si presenta abbastanza semplice. Tuttavia occorre notare che il picco dell'onda indicato nella figura in corrispondenza del rivelatore x *non* è semplicemente il segnale principale ruotato e ritardato di un quarto d'onda, come si potrebbe supporre analizzando il caso dei toni per primo, ma è ottenuto ritardando di tre quarti d'onda il segnale ausiliario, analogamente a quanto già visto per gli impulsi. Un lato essenziale del problema, infatti, è la necessità di usare il medesimo metodo di rotazione e di ritardo supplementare per entrambi i sistemi $F3$ e H, dato che la linea di ritardo, usata in comune, non è in grado naturalmente di riconoscerli.

Questo non vuol dire però che il ritardo introdotto dal medesimo tratto della linea sia esattamente uguale per i toni e per le serie d'impulsi. Analogamente a quanto avviene nei comuni filtri elettrici passa-basso, dobbiamo anzi ritenere che anche nelle linee di ritardo d'altro tipo, il ritardo introdotto dipenda dalla frequenza del segnale passante, sia pure in misura modesta. Questo fatto può quindi essere utilizzato per correggere la leggera differenza tra T_f e T_h, nonché quella relativa alle frequenze immagini.

4. - ORGANO DELL'UDITO IN GENERALE

Nell'organo dell'udito possiamo distinguere le seguenti cinque parti, ciascuna realizzata in doppio (sul lato destro e sul lato sinistro): l'orecchio esterno, l'orecchio medio, l'orecchio interno, la via acustica e il lobo temporale.

L'orecchio esterno, pur non essendo indispensabile alla percezione auditiva, provvede ad aumentare sia il livello del segnale diretto, sia il rapporto segnale-disturbo, nonché a migliorare molto la localizzazione della sorgente; esso si compone del padiglione e del condotto auditivo esterno. In quest'ultimo si compie una trasformazione graduale dell'impedenza acustica, come nelle trombe esponenziali.

L'orecchio medio è delimitato dalla cassa del timpano, una cavità piena d'aria e chiusa verso l'esterno da una membrana, che però, a differenza dei timpani usati nell'orchestra, *non* deve risuonare ad alcuna frequenza in particolare. Per smorzare anzi le eventuali risonanze, le sue pareti sono irregolari e rivestite di materiale assorbente, mentre una di esse, quella costituita dall'osso mastoide, è provvista di tante altre piccole cavità comunicanti tra di loro e con la cassa del timpano. Per bilanciare la componente continua presente all'esterno della membrana, la pressione dell'aria interna è controllata mediante un canale (tromba di Eustachio) che si apre brevemente (cortocircuitando in quel momento il segnale in arrivo), a lunghi intervalli, e che comunica con la faringe.

L'orecchio medio svolge essenzialmente due funzioni: adatta l'impedenza tra orecchio esterno e orecchio interno, mediante il sistema di leve costituito dagli ossicini (martello-incudine-staffa), tale e quale come il trasformatore interposto tra un microfono dinamico e una linea a media impedenza; esegue la compressione del segnale, aumentando l'attenuazione dei segnali più forti, mediante alcuni piccoli muscoli che agiscono sul martello e sulla membrana.

L'orecchio interno si compone di un labirinto scavato nell'osso temporale, di vari canali membranosi contenuti nel labirinto, pieni di liquido, e dall'insieme dei rivelatori. Una parte del labirinto, consistente in tre canali circolari, è addetta alla percezione dell'equilibrio; la parte restante, cioè il canale avvolto a spirale, è addetta alla percezione acustica. Quest'ultima comunica con l'orecchio medio mediante due finestre, chiuse da membrane, su una delle quali (quella ovale) è attaccata la staffa; essa comunica inoltre con il cervello mediante un tubicino, allo scopo di raccogliere il liquido dalle meningi, di densità e caratteristiche simili all'acqua marina. Un condotto auditivo interno, scavato anch'esso nell'osso temporale, provvede infine a far passare il nervo acustico verso l'interno della scatola cranica, assieme ad altri nervi che fanno lo stesso percorso. Gli altri particolari dell'orecchio interno, relativi alla sola funzione auditiva, saranno esaminati nel prossimo paragrafo.

La *via acustica* costituisce il mezzo di trasmissione tra l'orecchio interno e il cervello; essa comprende sia i tratti di nervo destinati al collegamento vero e proprio, sia i vari dispositivi di ripetizione e di controllo disposti lungo il collegamento stesso (eccetto quelli per la coincidenza logica tra i rivelatori, che funzionalmente fanno parte dell'orecchio interno). Due di questi dispositivi hanno particolare importanza: il primo, che possiamo chiamare nel suo insieme *chiasma* acustico per la sua perfetta analogia con il chiasma ottico (il termine deriva dalla lettera X, indicante l'incrocio tra le fibre dell'organo di senso destro con il lato sinistro del cervello e viceversa), riconosce i vari aspetti stereofonici del suono; il secondo, che possiamo paragonare al rivelatore del C.A.S. nei radioricevitori, provvede a misurare l'ampiezza del più forte segnale passante in una o entrambe le vie acustiche, in modo da dare un comando di retroazione verso i compressori dell'orecchio medio, quasi uguale per entrambi i lati (per non ridurre troppo la differenza d'ampiezza utile alla localizzazione della sorgente).

A questo punto dobbiamo fermarci un momento sul tipo di segnale trasmesso lungo il primo tratto della via acustica. In ciascuna delle 4000 fibre del nervo acustico, isolate e avvolte a elica come in un cavo telefonico, vengono contemporaneamente trasmesse le informazioni relative alla fase e all'ampiezza del segnale rivelato nell'orecchio interno, nel modo più adatto per ottenere la migliore immunità contro le diafonie, i disturbi e le variazioni di attenuazione nel collegamento.

Il sistema si basa sulla trasmissione digitale di impulsi elettrici, cioè del tipo tutto o niente, (come nel caso dell'indicazione di un numero per mezzo delle *dita*; in contrapposizione alla trasmissione analogica, nella quale l'elemento variabile cambia in modo continuo, *analogamente* alla grandezza da trasmettere), intervallati a tempi multipli del periodo del segnale acustico ricevuto, in fase con il segnale, e in quantità tale che il numero medio d'impulsi trasmessi in una fibra sia proporzionale al logaritmo dell'ampiezza del segnale (cioè il numero cresce linearmente con il livello in dB). La durata di ciascun impulso risulta dell'ordine di qualche decina di microsecondi, ma l'intervallo minimo tra due impulsi generati da uno stesso rivelatore è molto più lungo. Senza entrare in altri particolari, che riguardano soprattutto la percezione dell'intensità, basterà sottolineare qui il fatto che tali impulsi si prestano molto bene al funzionamento dei circuiti logici di coincidenza che abbiamo visto finora.

Nell'ultimo tratto della via acustica, cioè in quello che corre già nell'interno della massa cerebrale, non si richiede più l'informazione relativa alla fase del segnale ricevuto (che a rigore serve fino al chiasma acustico), e quindi la trasmissione può essere del tipo chimico (scambio di adrenalina).

Il *lobo temporale* contiene quella regione della corteccia cerebrale che costituisce il punto d'arrivo della percezione auditiva. Tale regione si trova vicino alla tempia (dalla quale prende il nome) e poco più in alto di ciascun orecchio, ma riceve principalmente le informazioni relative agli stimoli acustici dell'orecchio opposto. In queste informazioni sono racchiuse tutte le qualità essenziali, accessorie e caratteristiche del suono: il loro riconoscimento, al termine della percezione vera e propria, interessa già una parte della rete dei collegamenti cerebrali. Una parte maggiore, comprendente anche un sistema di memorizzazione continua, provvede subito dopo a iniziare un processo di elaborazione dei suoni elementari percepiti (automatico nella sua prima fase), per il riconoscimento delle frasi intere (sia musicali che del linguaggio); fino a che, mentre i collegamenti si fanno sempre più estesi e complessi, a un certo punto finisce l'ascolto e comincia il pensiero.

Prima d'arrivare a questo risultato, nell'organo dell'udito si sono svolte una dopo l'altra le seguenti operazioni:

1. prima trasformazione d'impedenza (acustica)
2. prima conversione dell'onda da acustica a meccanica
3. seconda trasformazione d'impedenza (meccanica)
4. seconda conversione dell'onda da meccanica a idro-meccanica
5. memorizzazione del segnale (analogica)
6. rivelazione del segnale (analogico-digitale)
7. estrazione logica delle informazioni (digitale)
8. codificazione delle informazioni (digitale)
9. trasmissione dei dati (digitale)
10. integrazione dei dati (digitale-analogica)
11. eliminazione delle immagini e dei disturbi (analogica)
12. presentazione dei dati per l'interpretazione (analogica)

Di queste operazioni, che si riferiscono alla sola percezione monaurale della tonalità, le prime cinque servono alla preparazione del segnale; tutte quelle successive, nel loro insieme, costituiscono la percezione vera e propria.

5. - ORECCHIO INTERNO IN PARTICOLARE

La fig. 7 rappresenta in modo semplificato la sezione dell'orecchio interno destro, visto dal davanti, sul piano verticale passante per l'orecchio opposto. Il senso di propagazione dell'onda viaggiante nella coclea è tale da avvicinarsi all'osservatore nel punto A e da passare poi nelle altre sezioni del canale cocleare seguendo l'ordine alfabetico da A a F. La zona punteggiata è costituita dall'osso temporale; alla sua sinistra si trova la cassa del timpano, alla sua destra l'interno della scatola cranica.

Supponiamo ora di asportare la parte ossea a sinistra della linea curva tratteggiata, cioè quella specie di coperchio che sporge nell'orecchio medio come il guscio di una comune lumachella, e di liberare il resto di tutti i residui membranosi: apparirà un piccolo cono osseo simile alla punta di un succhiello per bucare il legno, con due filetti paralleli, che nel suo insieme (più o meno fino alle altre due linee tratteggiate in fig. 7) prende il nome di *modiolo*.

Lungo il più sottile dei due filetti, o lamina basilare, ammesso d'avere una vista fuori del comune, potremmo vedere varie migliaia di forellini, corrispondenti ciascuno al passaggio di un collegamento nervoso tra i rivelatori (che abbiamo tolto facendo pulizia nel canale) e i circuiti logici nascosti nell'interno del modiolo. Il cablaggio, schematizzato in fig. 7 in modo da mostrare un solo filo d'uscita per ciascuno dei tre sistemi H, $F3$ ed $F0$, risulta infatti interamente racchiuso entro il modiolo, assieme alle unità logiche di coincidenza. Man mano che i vari fili si raccolgono verso l'uscita comune, nel condotto auditivo interno, si manifesta già una

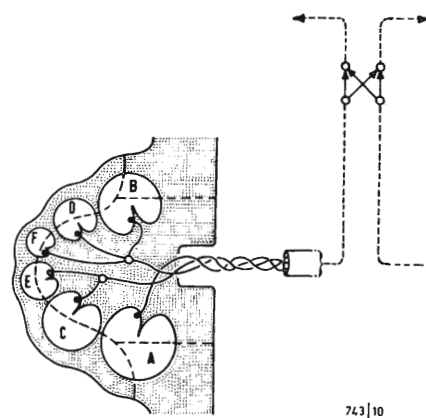



Fig. 7

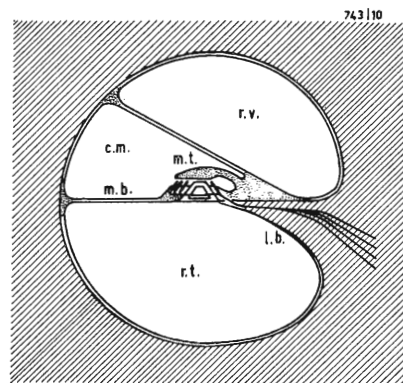



Fig. 8

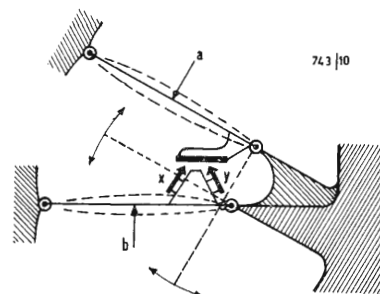



Fig. 9

torsione con scorrimento tra i vari strati del cavo (simile più all'esecuzione d'un cartoccio di carta che non alla torsione meccanica di una barra), che continua anche oltre il condotto e che serve, come sappiamo, all'eliminazione delle frequenze immagini.

A questo punto possiamo iniziare finalmente l'esame dell'interno del canale cocleare, una sezione generica del quale è rappresentata in fig. 8. Riconosciamo sulla destra la lamina basilare *l.b.*, ossea, che assieme alla membrana basilare *m.b.*, elastica, (così chiamate perché fanno da supporto all'insieme dei rivelatori) divide il canale in due: la metà inferiore costituisce la rampa timpanica *r.t.*, che si affaccia sulla cassa del timpano con la finestra rotonda; quella superiore è in gran parte occupata dalla rampa vestibolare *r.v.*, che presso il vestibolo (punto d'incontro tra i vari canali dell'intero labirinto) riceve il segnale acustico per mezzo della finestra ovale. Il liquido che riempie le due rampe è perciò sottoposto all'azione del segnale esterno in modo analogo a uno stadio controfase, in cui una delle due basi (corrispondente alla finestra rotonda) sia tenuta a un potenziale fisso.

Tra le due rampe si trova il canale membranoso *c.m.*, nel quale trova posto l'organo costituito dai rivelatori e dalla membrana tectoria *m.t.* che li eccita, scoperto nel 1851 dall'italiano Alfonso Corti, durante le sue ricerche di anatomia comparata sui Mammiferi. I rivelatori sono divisi in due gruppi, separati da una specie di cuneo cartilaginoso cavo, il cui scopo principale sembra quello di tenere orientati i rivelatori del primo gruppo ortogonalmente a quelli del secondo, oltre a proteggere tutti i rivelatori nel caso di oscillazioni eccessive contro la membrana tectoria.

I rivelatori esterni al cuneo, rispetto al modiolo, sono tre o quattro volte più numerosi di quelli interni. Tutti i rivelatori hanno collegamenti nervosi individuali verso il modiolo, passanti all'interno della lamina basilare ed eventualmente attraverso il cuneo.

Il movimento relativo tra rivelatori e membrana tectoria è determinato dalle onde di tipo idro-meccanico che si propagano nelle due rampe del canale; le nostre attuali conoscenze su tale propagazione, nonché quelle sulle oscillazioni della membrana basilare, sono dovute in massima parte alle ricerche effettuate dall'ungherese Georg von Békésy (premio Nobel 1961 per la medicina) nel secondo dopoguerra.

Terminata così la descrizione delle parti essenziali dell'orecchio interno, passiamo adesso in rassegna i requisiti necessari per il suo corretto funzionamento, in modo da verificare punto per punto la validità delle soluzioni teoriche viste nei paragrafi precedenti.

1. - Il primo requisito richiesto è la *costanza del ritardo*; senza di questa sarebbe infatti impossibile utilizzare la coclea come linea di ritardo per l'estrazione accurata delle varie frequenze. I risultati di Békésy, particolarmente quelli sul suo modello idro-meccanico del canale cocleare, dimostrano che il ritardo rimane immutato anche se vengono variati alcuni parametri apparentemente importanti, compreso addirittura il riempimento parziale del liquido. Il solo parametro che occorre garantire è la distanza geometrica tra i punti di rivelazione e l'origine della linea: questa condizione viene raggiunta nella coclea, come abbiamo visto, controllando l'esatta posizione dei rivelatori mediante un supporto osseo (modiolo e lamina basilare).

2. - Il secondo requisito è *l'assenza delle riflessioni*, al termine del percorso compiuto dall'onda nella linea di ritardo. Tale assenza viene assicurata dal progressivo smorzamento dell'onda stessa, ottenuto con un maggiore spessore e una minore elasticità della membrana basilare, man mano che si procede verso la fine della coclea. Il canale cocleare si può paragonare in questo al tratto paludoso di un fiume, nel quale la vegetazione sempre più fitta smorza completamente le onde in arrivo dal tratto libero.

3. - È richiesta inoltre una *bassa velocità* di propagazione dell'onda, per eseguire nel miglior modo la memorizzazione del segnale da analizzare. Abbiamo finora contato sulla disponibilità di una linea con ritardo totale di 25 ms; tenendo però presente che la lunghezza complessiva della linea è di 35 mm, vediamo che occorre un genere di propagazione ben diverso dal solito. La propagazione del tipo acustico avviene infatti alla velocità di qualche centinaio di metri al secondo nei gas, e molto più velocemente nei liquidi. Perciò la propagazione nella coclea non è del tipo acustico, ma idro-meccanico, mediante spostamenti trasversali di una intercapedine elastica tra due masse liquide: essa avviene alla velocità di circa 25 m/sec nel primo tratto del percorso e scende fin sotto a 1 m/sec nell'ultimo tratto.

4. - Il *numero delle spire* presenti nella coclea viene valutato più o meno uguale a tre. Abbiamo già visto nei paragrafi precedenti che tale numero, pur essendo minore di quello scelto nel primo progetto teorico (4), è sufficiente a coprire tutto il campo di frequenze necessario, se i rivelatori *x-y* sono disposti opportunamente.

5. - La *rivelazione ortogonale*, possibile soltanto con un orientamento ortogonale dei rivelatori *x* e *y*, nonché con l'applicazione contemporanea su di essi di due segnali ugualmente ortogonali, può essere esaminata meglio nello schema di principio indicato in fig. 9. Lo schema, derivato dalla fig. 8, mette in risalto il diverso fulcro intorno al quale possiamo immaginare che ruotino il dispositivo eccitatore e il complesso dei rivelatori *x-y*. Se supponiamo che tutte le parti disegnate siano rigide, tranne le due membrane sollecitate dal liquido secondo le direzioni *a* e *b*, vediamo che il movimento di una sola membrana per volta è tale da fornire il massimo segnale utile, in forma di movimento relativo tra rivelatore ed eccitatore, su uno dei due rivelatori e il segnale minimo sull'altro.

La condizione di preferenza passa da un rivelatore all'altro quando si scambia lo stato di moto e di quiete tra le due membrane. Vengono in tal modo soddisfatti i presupposti per la rivelazione ortogonale, anche se poi questa si svolge naturalmente quando entrambe le membrane sono in movimento.

7. - La *variazione logaritmica* del ritardo, richiesta per la corrispondenza tra i punti di rivelazione di spire adiacenti, è ugualmente indicata in fig. 10 dalla curva *t* (nella quale i triangoli rappresentano i punti trovati da Békésy, nel 1943). Nel tratto iniziale della linea, a destra del punto 0,2 ms, tale variazione non è più richiesta e la scala dei ritardi può essere disegnata lineare. Nella stessa figura, per comodità, sono riportati tre esempi di onde viaggianti verso l'alto, secondo la scala comune delle distanze, corrispondenti ai toni tipici di 250 Hz, 1000 Hz e 4000 Hz.

8. - La *posizione delle risonanze*, cioè l'andamento della distanza dall'origine dei punti in cui si manifesta la massima ampiezza nell'inviluppo dell'onda, rispetto alla frequenza del tono applicato di volta in volta, è rappresentata dalla curva *R* della medesima fig. 10 (nella quale i quadrati indicano i risultati ottenuti da Békésy nel 1949). Questa curva appare più diritta della curva *t*, nel tratto corrispondente ai giri della spirale utilizzati per i sistemi *F*3 e *H*. Ma il requisito necessario è che almeno nelle zone di transizione, intorno ai 160 e ai 4000 Hz, essa concordi con la posizione del primo rivelatore del sistema *F*3. Anche se tale curva potrebbe essere in realtà tutta sovrapposta a quella passante per i primi rivelatori delle coppie *F*3, nella figura le due curve sono state disegnate distinte, in modo da mettere in evidenza il loro diverso significato.

Fig. 10

6. - La *distribuzione dei rivelatori*, cioè la variazione del numero dei rivelatori presenti in un millimetro di lunghezza della linea di ritardo, rispetto alla distanza tra il punto considerato e l'origine della linea, segue la curva *D* indicata in fig. 10 (nella quale i cerchi rappresentano i punti ottenuti da Guild). La curva presenta, intorno ai 5 mm dall'origine, un addensamento di rivelatori, che suggerisce la presenza di un gruppo cospicuo per l'analisi *F*0; intorno ai 30 mm dall'origine vi è un salto brusco, che conferma la posizione dell'estremo inferiore della seconda serie di rivelatori, necessaria ai sistemi *F*3 e *H*, in corrispondenza di una frequenza compresa tra 160 e 200 Hz, a un giro di distanza dalla fine della spirale.

9. - Le *dimensioni totali* della linea di ritardo, infine, sono legate alla lunghezza dei vari collegamenti. A causa della brevità degli impulsi, indispensabile all'analisi delle frequenze alte nel sistema *F*3, il cablaggio richiede infatti alcuni accorgimenti necessari nel campo delle radiofrequenze. Il collegamento dal modiolo al chiasma, per esempio, è realizzato in modo assai simile alle linee unifilari del tipo a propagazione d'onda superficiale (nelle quali il conduttore è immerso in un dielettrico cilindrico tre o quattro volte più grande), utilizzabili oltre i 50 MHz. Per il collegamento dai rivelatori ai punti di coincidenza, nel quale il pericolo degli accoppiamenti è ancora più grave, il rimedio migliore si ottiene invece, come nei circuiti integrati monolitici, riducendo molto le dimensioni dell'intero cablaggio.

Anche quest'ultima richiesta teorica, come tutte quelle dei punti precedenti, risulta soddisfatta dall'orecchio interno. Le sue dimensioni sono infatti talmente ridotte, che l'intero complesso di rivelazione e di coincidenza logica potrebbe stare comodamente nell'involucro TO-18 di un comune transistore, mentre per fare il pieno alla coclea è più che sufficiente una goccia d'acqua di mare.

A.

— domande e risposte sulla TVC - di A. Nicolich —

Sig. E. F. - Milano

D. Desidero alcune spiegazioni circa lo stadio finale di deviazione orizzontale dei ricevitori a colori, precisamente: le differenze con il corrispondente stadio dei ricevitori di TV bianco-nero, il triodo ballast, la generazione dell'alta tensione stabilizzata.

R. Nei ricevitori di TVC, lo stadio finale di deviazione orizzontale, rispetto al corrispondente stadio in TV-BN, deve sopportare una potenza all'incirca quadrupla per deviare i tre pennelli elettronici, per generare l'E.A.T. per il cinescopio e per eseguire i vari compiti specifici inerenti alla TVC. Il problema principale dello stadio finale è il carico dell'alta tensione, o meglio le sue variazioni, che influiscono sulla focalizzazione, sulla convergenza e sulla luminosità, ma specialmente sulla larghezza del quadro. I requisiti facilmente comprensibili, che derivano dalle condizioni menzionate, non sono senz'altro ottenibili, con una resistenza interna dell'alimentatore E.A.T. di 0,5 MΩ, allo stato attuale della tecnica, per cui l'E.A.T. deve essere stabilizzata. Ciò si fa con un triodo ballast (stabilizzatore), che viene pilotato in modo che la somma delle correnti del tubo ballast e del tubo cinescopio rimanga costante. A motivo dell'aumentato fabbisogno di potenza, bisogna ben studiare la tensione di alimentazione del tubo finale di riga PL509. Essa è superiore a 300 V, data la dissipazione anodica ammissibile, per una corrente di 1,5 mA del ballast. Nel seguito si descrivono due schemi per tensioni di alimentazione 380 V e 440 V e una soluzione per 250 V, ma con un generatore E.A.T. separato dalla deviazione; è questa la seconda possibilità di realizzazione dello stadio finale di riga; le due possibilità (1ª, con un solo trasformatore e 2ª, con 2 trasformatori) presentano entrambe pregi e inconvenienti, per cui non si può accordare una netta preferenza all'uno o all'altro schema. Se per la generazione della tensione di messa a fuoco (per le griglie schermo del cinescopio tricromico) si sfrutta una presa sull'avvolgimento dell'E.A.T., si può ottenere una focalizzazione costante fino a circa 3 mA di corrente del fascio elettronico totale del cinescopio.
Uno studio di H. Hettich e R. Schubert, apparso sul N° 3 - 1967 di *Telefunken Zeitung*, risponde esaurientemente alla sua domanda; nel seguito il testo si adegua a tale studio.

Fig. 1 - Funzioni dello stadio finale di riga (le funzioni specifiche del colore sono sottolineate).

1. - EROGAZIONE DI POTENZA, EFFETTO SUGLI ERRORI D'IMMAGINE

Nel ricevitore di TV-BN si adotta, nello stadio finale di riga, un circuito ricuperatore di corrente o di tensione, il quale provvede alla deviazione orizzontale dello spot sullo schermo del cinescopio ed inoltre genera la tensione anodica per il cinescopio, che viene caricato con la corrente anodica di questo ultimo. Altre funzioni ausiliarie, come la generazione della tensione per le griglie schermo e la tensione di focalizzazione per il cinescopio, nonché degli impulsi per la sincronizzazione dello stadio finale, per il C.A.G. e per la cancellazione delle tracce di ritorno, di solito non vengono ricordate, perché rappresentano solo un piccolo carico.
Per il ricevitore a colori, si può, in linea di principio, accettare questo criterio. Tuttavia le potenze principali sono considerevolmente maggiori, a motivo della costituzione del cinescopio a colori (p. es. la trasparenza limitata solo al 16 o 17% della maschera); come altro carico prevedibile c'è l'alimentazione dei circuiti per la convergenza orizzontale e per la correzione della distorsione a cuscino. La fig. 1 rappresenta lo schema di tutte le funzioni relative allo stadio finale di riga. Nella tabella I sono date le cifre per le potenze da disporre per uno schema con tensione di alimentazione 440 V in confronto al ricevitore di TV bianco-nero alimentato a 230 V.

TABELLA I - Bilancio energetico dello stadio finale di riga di ricevitore di TVC e TV-BN.

Potenze da fornire	TVC (W)	TV-BN (W)
— Carico dell'E.A.T.	37,5	~3
— Carico dei circuiti di convergenza.	~10	—
— Carico per il generatore verticale, le regolazioni, la soppressione dei ritorni, la focalizzazione e la tensione delle griglie schermo del cinescopio.	7,0	2
— Perdite nel circuito. Giogo di deviazione (andata e ritorno).	~9	~6
— Trasformatore di uscita di riga con regolazione a VDR, regolazione con tubo ballast, circuiti di smorzamento di oscillazioni spurie.	~12	~7
— Raddrizzatore E.A.T., perdite di accensione e nei diodi	~ 1,5	1
— Perdite anodiche del diodo incrementatore.	~ 3	2
	80	21
Perdite modiche del tubo finale.	20	8
Totale.	100	29

Fig. 2 - Compensazione del carico del triodo ballast. Eccitazione della corrente di griglia del tubo PL509 non regolata. Regolazione mediante variazione della tensione incrementata usata come elemento regolatore.

L'alimentatore del ricevitore TVC viene caricato con circa 100 W invece dei 29 finora necessari per lo stadio finale orizzontale. Per questo stadio si sono dovuti fabbricare nuovi tubi più potenti (PL509, PY500, GY501). Ciò però non basta solo allo svolgimento delle funzioni elencate, perché specialmente l'aumentato carico della tensione E.A.T. comporta errori di immagine aggiuntivi attraverso la corrente del cinescopio. I requisiti per questo circuito sono determinati dagli errori osservabili sullo schermo di visione, ancora ben accettabili.

Nel seguito si discute in dettaglio, perché particolarmente critico, l'errore della larghezza dell'immagine.

Con lo schema a VDR normalmente adottato nei ricevitori, si regola, in realtà, la tensione di ritorno nell'avvolgimento primario del trasformatore di uscita orizzontale, e con ciò anche la tensione rialzata, come pure la corrente nel giogo di deviazione in funzione della corrente del fascio e della tensione di rete. Malgrado questa stabilizzazione, rimane presente una variazione della larghezza del quadro dipendente dalla corrente del fascio, perché la resistenza interna dell'alimentatore E.A.T. (condizionata dall'eccitazione del trasformatore e dalla resistenza del raddrizzatore) è in media circa 2 MΩ. Con una variazione della corrente del fascio per es. da 0 a 1 mA, l'E.A.T. cade da 25 kV a 23 kV e l'immagine diviene più larga del 4,3%. Con il cinescopio a colori A63-11X, ciò significa un aumento di 22 mm! Per i cinescopi in bianco-nero di 59 cm, vale attualmente la regola, che la larghezza dell'immagine possa variare per un massimo di 2 mm per ogni 100 μA di variazione della corrente del fascio. Per la sua costituzione (maschera forata, rendimento dei fosfori), il cinescopio a colori, a parità di luminosità, ha bisogno di una corrente del fascio circa 6 volte maggiore del cinescopio bianco-nero. Poiché, inoltre, con l'aumento della corrente del fascio, lo spot sullo schermo di visione diviene più grosso, e con ciò la risoluzione diviene più piccola, si fa in modo che la corrente media del fascio sia 600 μA, che pure è il quadruplo di quella del tubo bianco-nero (150 μA). La resistenza interna perciò necessaria dell'alimentatore E.A.T., a parità di variazione della larghezza del quadro, per il rapporto di correnti 4 : 1, è circa 500 kΩ.

L'errore dell'altezza del quadro, poiché il generatore rilassatore verticale è alimentato con la tensione incrementata, è legato all'errore di larghezza dell'immagine. La resistenza interna di 500 kΩ è anche qui appena sufficientemente piccola. L'errore di convergenza, con una caduta di tensione di 3 kV al cinescopio, è circa 1 mm. Per la resistenza interna di 500 kΩ, e con la corrente permanente media al massimo di 1 mA, l'errore di convergenza è solo 0,17 mm circa, per cui non ci sono da temere difficoltà. Però i 500 kΩ desiderati non si possono ottenere con il dimensionamento del trasformatore di uscita orizzontale. È un fatto che tutti i trasformatori di riga sono accordati sulla 3ª armonica della frequenza f_o di ritorno, per evitare disturbi d'immagine dovuti ad oscillazioni parziali visibili e inutili perdite imputabili a risonanze di dispersione. Per l'accordo si impiegano determinate grandezze dell'induttanza e della capacità distribuite, che portano in definitiva al valore di 2 MΩ, sopra accennata.

2. - IL TUBO BALLAST

Poiché la resistenza interna non può essere fatta sufficientemente bassa, bisogna effettuare l'indiscutibile stabilizzazione di tensione con un circuito di compensazione del carico: lo stadio finale viene caricato con un secondo utilizzatore supplementare, che viene pilotato in modo che la somma delle due correnti (cinescopio + 2° utilizzatore) rimanga costante. In generale, il carico viene ripartito per la tensione continua, dove una parte della corrente viene portata da un triodo ballast. Con l'alimentazione a corrente di griglia non regolata, quando il tubo finale lavora al gomito della caratteristica, si usa lo schema di fig. 2. Il catodo del triodo ballast viene collegato alla tensione della batteria e la griglia è riportata ad un partitore di tensione (dalla tensione incrementata a massa). La grandezza regolatrice è qui la variazione della tensione incrementata, motivata dalle variazioni della corrente del fascio. Un inconveniente di questo schema è la necessità del potenziometro di regolazione e l'incostanza del valore regolato con l'invecchiamento del tubo. Con l'eccitazione del tubo ballast direttamente dalla corrente anodica del cinescopio si possono usare circuiti fortemente controreazionati, che evitano gli inconvenienti menzionati. Nello schema di fig. 3, la corrente del ballast diviene massima attraverso il PD500, quando il cinescopio è interdetto. Essa scorre essenzialmente, attraverso le resistenze R_1 ed R_3, indietro al trasformatore. Questa corrente fa sorgere ai capi della resistenza R_1 un'alta tensione negativa (R_3 serve al filtraggio). Perciò, la tensione positiva incrementata stabilizzata viene suddivisa, mediante opportuno dimensionamento di R_2, in modo da stabilire il corretto punto di lavoro per la desiderata corrente del ballast. I valori delle resistenze determinano la pendenza di regolazione del circuito e la controreazione di corrente del triodo. Con quest'ultimo si possono ridurre le dispersioni dei tubi in circuito, in modo tale che si può risparmiare uno speciale processo di misura e di re-

Fig. 3 - Compensazione del carico. Triodo ballast con eccitazione prelevata dalla corrente anodica del cinescopio e con forte controreazione.

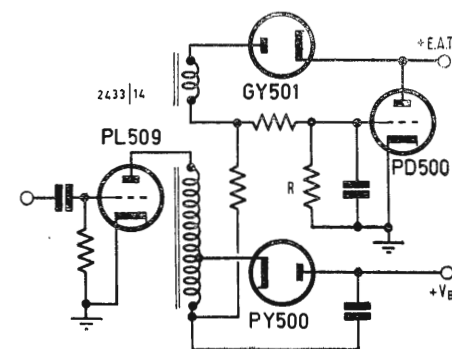



Fig. 4 - Compensazione del carico. Schema come quello di fig. 3, ma il catodo del tubo PD500 è a massa.

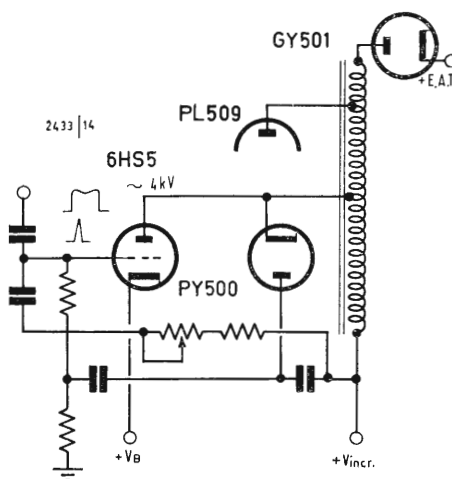



Fig. 5 - Compensazione del carico. Triodo ballast f ≈unzionamento a impulsi. Tensione increimentata usata come grandezza regolatrice.

golazione. Se si dimensiona il circuito di fig. 3 per una corrente massima di 1,5 mA, la resistenza interna risulta circa 0,1 MΩ. Se la corrente del fascio supera la corrente del triodo, la polarizzazione alla griglia del tubo aumenta e la corrente del ballast diminuisce in corrispondenza. Senza dubbio sorge qui l'inconveniente che il triodo ballast deve essere acceso attraverso il trasformatore, perché il catodo si trova sottoposto ad un impulso di tensione di circa 6 kV. Perciò lo zoccolo del tubo deve essere di esecuzione speciale. Queste difficoltà vengono anch'esse superate con lo schema di fig. 4. Bisogna qui rinunciare alla sopraelevazione di tensione con autotrasformatore, quindi si hanno i seguenti vantaggi: nessun potenziometro, forte controreazione (perciò grande costanza rispetto all'invecchiamento), minor resistenza interna dell'alimentatore E.A.T., normali zoccoli dei tubi e accensione entro la normale catena dei filamenti. Un esempio numerico può chiarire la possibilità di regolazione di questo circuito.

Dai dati di listino del tubo PD500, si ricava:

ΔV_g (per $I_a = 0{,}1 \div 1{,}5$ mA) ≤ 10 V (1)

Attraverso la resistenza R di fig. 4 scorre la somma della corrente del fascio I_F e della corrente del ballast I_B, per cui:

$$U_g = R\,(I_F + I_B) = RI, \qquad (2)$$

quindi

$$\delta I \mid \Delta I_F \mid - \mid \Delta I_B \mid = 1/R\ \Delta V_g \qquad (3)$$

Con i valori $R = 0{,}2$ MΩ e $\Delta U_g = 10$ V, la variazione di corrente totale, nel campo stabilizzato della corrente del fascio da 0 a 1,4 mA, è solo $\delta I = 50$ μA. Essa è dunque, rispetto allo schema senza ballast, ridotta nel rapporto di 1 : 28, corrispondentemente ad una resistenza interna di circa 0,1 MΩ.

Recentemente si è trovata una soluzione, con la quale si compensa mediante impulsi la variazione di carico. In tal caso si mantiene costante la somma dei carichi dovuti al cinescopio + tubo raddrizzatore E.A.T. e al tubo ballast a impulsi. La fig. 5 mostra un circuito molto diffuso negli USA, con il tubo 6HS5, che non si adatta certamente in questa forma ad uno stadio finale con regolazione a VDR, perché non sfrutta come grandezza regolatrice la tensione rialzata stabilizzata. L'importante per questo schema è che l'impulso di ritorno deve essere egualmente caricato, secondo la sua fondamentale e le sue armoniche, dal tubo ballast e dalla sezione E.A.T. (da questa attraverso il raddrizzatore). Ciò si ottiene con un impulso lungo circa 2 μsec ricavato dal generatore di riga, che nel tempo è collocato sotto la punta sinistra dell'impulso di ritorno. Le differenze essenziali fra gli schemi di fig. 4 e di fig. 5 risultano dalla tabella II.

TABELLA II - Confronto di dati fra tubo ballast a impulso e tubo ballast a corrente continua.

	PD500	6HS5
I_s	1,5 mA	7,5 mA
i_{as}	1,5 mA	300 mA
V_a	25 kV	5 kV
$t(i_a)$	64 μsec	2 μs
P_a (potenza di perdita anodica)	37,5 W	37,5 W

La dissipazione anodica rimane la stessa. Per contro il tubo ballast a c.c. lavora con 1,5 mA durante l'andata e con la piena tensione anodica di 25 kV, mentre il tubo a impulso lavora solo nel ritorno con il 20% della tensione anodica ed assorbe una corrente di punta di circa 300 mA.

3. - LA TENSIONE DI ALIMENTAZIONE DEL TUBO FINALE

Dopo che siano stati stabiliti il tipo di schema e la potenza da mettere a disposizione, si deve ricercare la tensione di alimentazione più favorevole per il tubo finale di riga. Il tubo finale determina il valore minimo in quanto al diminuire della tensione di alimentazione o la dissipazione anodica diviene eccessivamente alta, oppure si raggiunge o si supera la massima corrente anodica possibile. Con il tubo PL509, la minima tensione di alimentazione è prescritta dalla potenza di perdita. La tensione anodica minima possibile è data dal valore di punta i_{amax} della corrente anodica, che viene stabilita tenendo conduttivo il diodo incrementatore per tutto il tempo di andata. I_{amax} dipende principalmente dalle correnti nel giogo di deviazione e nel circuito di convergenza (tradotte sul circuito del diodo nel trasformatore di uscita di riga), dal fattore di ricupero e dalla tensione di punta di bloccaggio del diodo ed è, nel nostro caso, almeno 600 mA (fig. 6). Se si stabilisce anche una corrente di riposo del diodo di 50 mA, la corrente anodica di punta diviene 650 mA. Si deve pure considerare l'andamento istantaneo della corrente anodica, regolabile mediante il segnale d'ingresso del tubo finale. Il calcolo e l'esperienza assicurano che la corrente anodica deve formarsi in circa 31 μsec. In pratica, bisogna che il tubo finale si sblocchi già dopo circa 25 μsec, per garantire un buon funzionamento del circuito. La corrente anodica deve perciò essere confinata nel rimanente tempo di circa 40 μsec ad ogni periodo di riga. Poiché, per una data potenza, al diminuire della tensione di alimentazione la corrente media aumenta, varierà anche il decorso della corrente anodica, impiegando diverse tensioni di alimentazione.

Secondo la tabella I, per assicurare le funzioni del circuito dello stadio finale orizzontale, bisogna erogare dall'alimentatore una potenza di circa 80 W, con la corrente 1,5 mA del ballast. Da qui si determina la dissipazione anodica del tubo finale. Con la corrente 1,2 mA del ballast, la potenza si abbassa a 72,5 W.

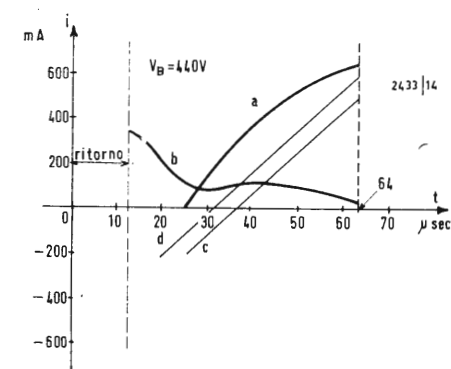
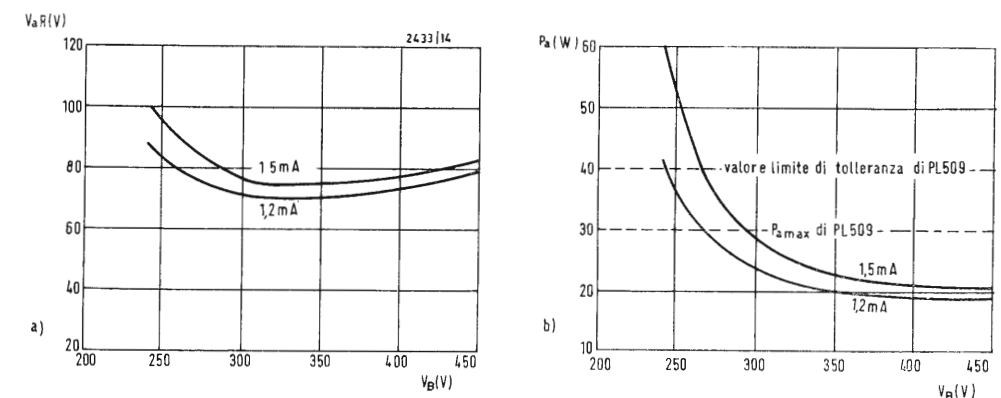



Fig. 6 - Decorso delle correnti durante un periodo di riga di 64 μsec: a = corrente anodica del tubo PL509; b = corrente del diodo P500; c = corrente nella bobina trasferita nel ramo di PY500, senza perdite di ritorno (curva ideale); d = come c, ma con perdite di ritorno (curva reale).

In fig. 7*a* sono riportate le curve per la tensione anodica residua del tubo finale mediata nell'intervallo di andata, in funzione della tensione di alimentazione. Esse passano attraverso un minimo fra 300 e 350 V, perché oltre 350 V predominano i supplementi per la riserva di sottotensione della rete, mentre sotto 300 V, l'incremento della corrente anodica assume notevole importanza. La fig. 7*b* rappresenta analogamente la funzione della potenza di perdita anodica. Nella composizione di questi diagrammi sono stati presi come base non solo i dati dei tubi, ma anche le variazioni del rapporto della corrente anodica di punta al valor medio di 3,3 a 450 V e fino a 2,7 a 250 V.

La curva per la corrente anodica 1,2 mA del ballast è perciò considerata in particolare perché negli USA, ed anche in alcune regioni europee (Inghilterra, Francia), lo stadio di riga lavora con questa corrente, mentre in Germania vengono adottati gli 1,5 mA.

Se si suppone di avere una resistenza interna dell'alimentatore E.A.T. di 0,5 MΩ, il circuito ballast si interrompe a 1,5 mA. Ora, però, la luminosità degli elementi d'immagine di grande superficie determina essenzialmente la corrente media, ed inoltre si può ammettere che fino alla corrente di 1 mA media più alta ammissibile secondo i dati del cinescopio, si hanno punte di corrente di circa 3 mA e si verificano in pratica solo nei punti più luminosi. Queste punte di corrente però scaricano solo di poco la capacità di accumulo del cinescopio, a motivo della loro breve durata. Da ciò appare la possibilità (osservando le fig. 7*a* e 12) di alimentare lo stadio finale di riga con la tensione di 270 V.

4. - TIPI DI RICEVITORI

La massima tensione continua, che si può ottenere ancora direttamente dalla rete 220 V, con un ragionevole impiego di mezzi di filtro, è circa 270 V. Ma la fig. 7*b* indica che, con la corrente ballast 1,5 mA e con $V_B = 270$ V, lo schema con il tubo PL509 non può essere realizzato: sarebbe necessario un tubo con dissipazione anodica minima ammissibile di 37 W. Qui si presentano due soluzioni, per applicare la potenza maggiorata necessaria. La prima soluzione (*A*) lascia invariata la normale costituzione dello stadio di uscita di riga e sopraeleva la tensione di alimentazione a 380 V o a 440 V (per es. mediante circuito duplicatore di tensione). L'altra soluzione (*B*) lascia invariata la tensione di alimentazione a 250 V e suddivide le funzioni dello stadio finale di riga in deviazione orizzontale e in generazione separata dell'E.A.T. Ciascuno di questi due stadi deve fornire solo una parte della potenza totale.

4.1. - Tensione di alimentazione sopraelevata

Con una corrente anodica a forma di dente di sega crescente, dovrebbe essere fornita dal tubo finale una corrente anodica di 1,2 A se si usasse la tensione di alimentazione di 250 V. Aumentando la tensione dell'alimentatore a 380 V, diminuisce questa corrente anodica di punta a circa 0,7 A, per cui si può arrivare ad un favorevole dimensionamento dei componenti circuitali. La tensione 380 V si può ottenere facilmente dalla rete 220 V, con un circuito

Fig. 7 - Curve di potenza del tubo PL509 per diverse correnti del tubo ballast in funzione della tensione di alimentazione. *a*) Tensione residua anodica; *b*) dissipazione anodica.

Fig. 8 - Alimentatore stabilizzato a 380 V.

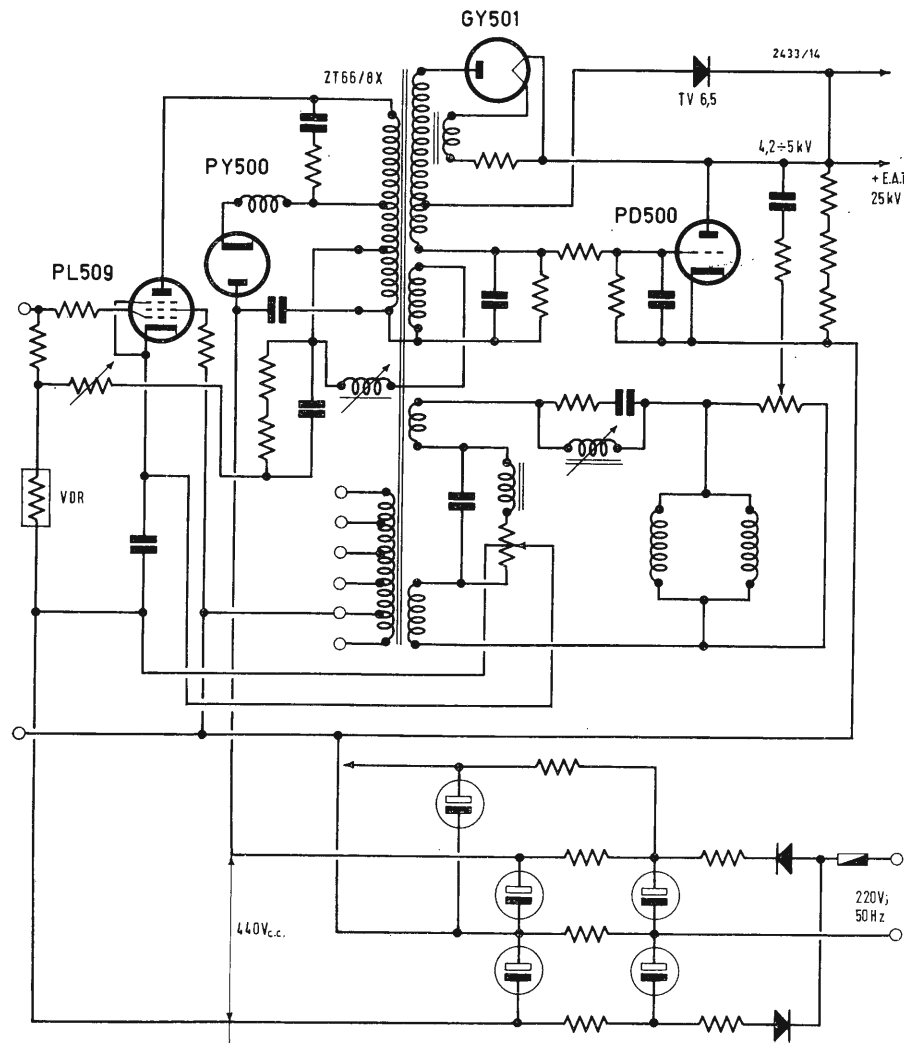



Fig. 9 - Stadio finale di riga con alimentatore a 440 V.

duplicatore di tensione (fig. 8). Se questa tensione (380 V) viene stabilizzata elettronicamente, le variazioni della tensione di rete diventano insignificanti per tutte le caratteristiche del ricevitore. Si può perfino fare a meno di adottare particolari misure di stabilizzazione nel ricevitore. Si hanno anche vantaggi diretti per gli stadi seguenti: *stadio finale di riga*: in seguito alla costanza della tensione di alimentazione, con $V_B = 380$ V, la tensione di riposo anodica può essere fino al 10% di V_B minore che con un alimentatore convenzionale. Dalle fig. 7*a* e 7*b* si deducono $V_{aR} = 75$ V e $P_{aV} = 21$ W. Poiché V_{aR} può essere fino al 10% minore, si ha come valore limite $V_{aR} = 37$ V. Se, per ragioni di tolleranze, si ammette una riserva del 3%, si hanno 49 V. La dissipazione anodica è qui solo di circa 15 W;

stadio finale verticale: anche qui si può fare a meno di ulteriori sistemi di stabilizzazione dell'altezza dell'immagine.

Dalla fig. 7*b* sarebbe sufficiente una tensione di alimentazione di circa 320 V per il funzionamento dello stadio finale. Questa tensione si può, senza particolari complicazioni costose, ottenere per es. per prolungamento dell'avvolgimento primario del trasformatore di accensione per il cinescopio. Attualmente sono indubbiamente utili i circuiti duplicatori di tensione, con i quali si possono ricavare oltre 400 V.

Il circuito si può agevolmente adattare a questa tensione di alimentazione, come anche il dimensionamento del trasformatore di riga. Quando si adottano due alimentatori (fig. 9, parte in basso), si presenta una semplice ed economica possibilità. In questo caso si genera una tensione continua positiva e una negativa rispetto alla massa del telaio. Con un filtraggio medio, si ottengono circa ± 220 V, per cui in totale si dispone di 440 V continui. La tensione positiva viene utilizzata come d'uso ed è collegata anche all'anodo del diodo incrementatore come negli schemi preceden-

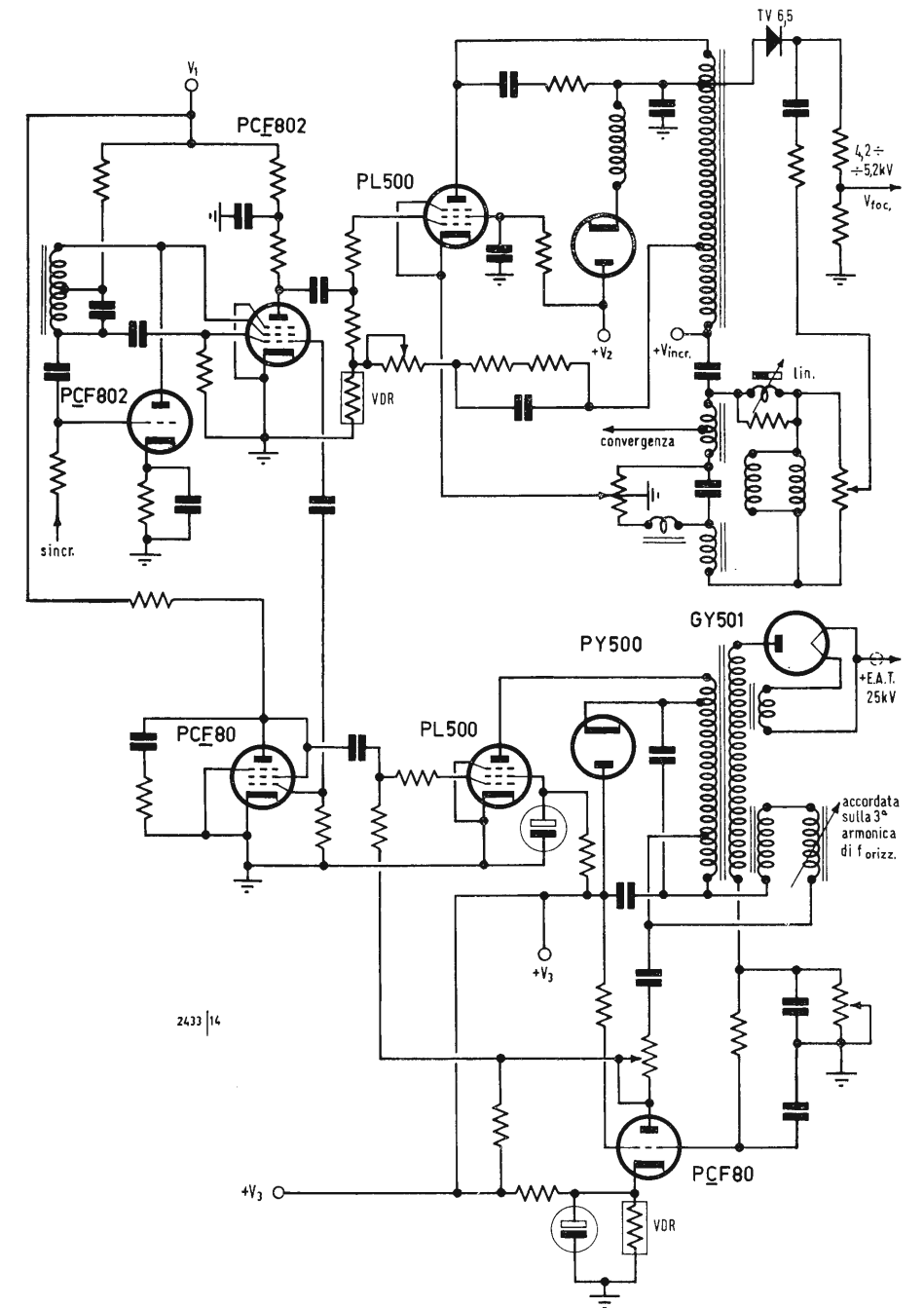



Fig. 11 - Stadio finale di riga con generazione separata dell'E.A.T. per tensione di alimentazione di 250 V.

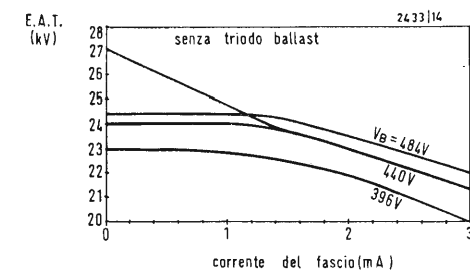



Fig. 10 - E.A.T. in funzione del carico per tensione di alimentazione 440 V.

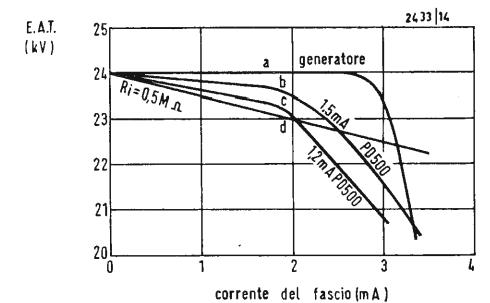



Fig. 12 - E.A.T. e corrente del fascio elettronico del cinescopio a colori. *a* = Generatore separato; *b* = triodo ballast con corrente 1,5 mA; *c* = alimentatore ipotetico con R_i = 0,5 MΩ.

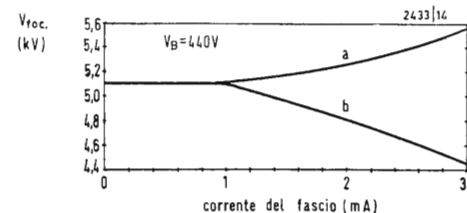



Fig. 13 - Tensione di focalizzazione asservita. Variazione della tensione del fuoco V_{foc} con il carico dell'alimentatore E.A.T. a = V_{foc} ricavata dall'avvolgimento di bassa tensione; b = V_{foc} ricavata dall'avvolgimento dell'E.A.T. (cfr. fig. 9).

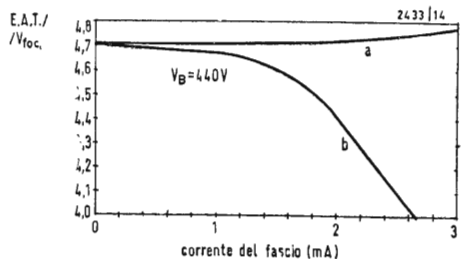



Fig. 14 - Tensione di focalizzazione asservita. Rapporto E.A.T./tensione di fuoco (effetto lente o nitidezza) in funzione del carico. a = V_{foc} ricavata dalla presa sull'E.A.T. (cfr. fig. 9 e 13). b = V_{foc} ricavata dall'avvolgimento di bassa tensione.

ti. Alla tensione negativa vengono collegati solo il catodo del tubo finale e il punto basso della VDR. Con questo la deviazione orizzontale può essere alimentata con la tensione di 440 V. Per evitare i disturbi di ronzio nel pilotaggio del tubo finale, gli impulsi di eccitazione o la tensione negativa continua devono essere accuratamente filtrati.

È anche possibile alimentare lo stadio formatore d'impulsi (stadio pilota) con la tensione negativa (accensione ricavata dal trasformatore di accensione).

I disturbi dovuti al ronzio vengono eliminati mediante piccoli condensatori di accoppiamento nel circuito di griglia di questo stadio. Un'altra possibilità di riduzione del ronzio consiste nel bloccare la tensione di alimentazione per lo stadio pilota, rispetto alla tensione continua separatamente per 50 Hz. Con ciò la tensione di ronzio presente v_k - v_g viene ulteriormente abbassata. Un inconveniente di questo schema è che i condensatori elettrolitici per il filtraggio della tensione negativa devono, per ragioni di sicurezza, essere rivestiti con una calza flessibile o simili. L'accensione del tubo finale di riga può essere ricavata dal trasformatore di accensione per il cinescopio; nel caso di accensione in serie, tale tensione deve essere prelevata dal punto basso della catena dei filamenti, poiché il valore limite per V_{fk} è $= \pm 250$ V. Le fig. 9 e 10 rappresentano uno schema realmente costruito per alimentazione a 440 V ed alcune caratteristiche di questa esecuzione.

Di particolare importanza sono gli impulsi di eccitazione del tubo finale di riga. La ripidità del fronte di blocco non dovrebbe superare 0,6 μsec/100 V, poiché diversamente subentrerebbe un forte smorzamento dell'E.A.T.

4.2. - Generazione separata dell'E.A.T.

Nel caso B sopra prospettato, lo stadio di deviazione è costituito nel modo consueto, mentre la generazione dell'E.A.T. avviene separatamente (fig. 11). Sul trasformatore di deviazione manca qui l'avvolgimento dell'E.A.T.

L'alimentatore E.A.T. è un generatore d'impulsi eccitato esternamente, montato in circuito a recupero di tensione, la cui tensione di uscita deve essere indipendente dalla corrente del fascio elettronico del cinescopio. Poiché il circuito non ha bisogno di far ricorso alla deviazione, l'E.A.T. può essere regolata sul primario del trasformatore.

Il triodo necessario a motivo della sua caratteristica di regolazione lavora come rettificatore pilotato e regola la polarizzazione di griglia del tubo finale in funzione della corrente del fascio.

Poiché, in seguito alla variabilità del contenuto d'immagine, il generatore viene caricato disuniformemente, la sua tensione di alimentazione oscilla; occorre quindi per esso un alimentatore proprio.

La fig. 12 indica l'E.A.T. in funzione della corrente del fascio per le soluzioni A e B. Secondo la grandezza della corrente del ballast, la stabilizzazione ha luogo con la soluzione A fra 1,5 e 1,7 mA, l'E.A.T. cade con una resistenza interna che aumenta da 1,5 MΩ a 2 MΩ. La resistenza interna ottima di 0,5 MΩ sopra discussa viene raggiunta per la corrente ballast di 1,5 mA a circa 2,4 mA di corrente del fascio, per corrente ballast 1,2 mA a 2,1 mA di corrente del fascio. L'esperienza dimostra che in pratica questi valori sono sufficienti e che la stabilità un poco maggiore del generatore E.A.T. della soluzione B non viene sfruttata.

5. - FOCALIZZAZIONE ASSERVITA

Rinunciando alla sopraelevazione trasformatorica della tensione, come detto al paragrafo 2 (fig. 4), si può ottenere in modo semplice un ulteriore vantaggio: la « focalizzazione asservita ». Con i cinescopi a colori, il rapporto della E.A.T. alla tensione di messa a fuoco è così critico che, a 5 kV di tensione di fuoco, una variazione dell'E.A.T. anche solo del 2% si manifesta come peggioramento della nitidezza. Precisamente, con la regolazione con tubo ballast permane ancora un'oscillazione residua dell'E.A.T. solo di circa lo 0,5%, che tuttavia come si vede dalla fig. 10 che, alle correnti di punta, che superano il campo di regolazione a 1,5 mA del triodo ballast e scorrono abbastanza a lungo (per es. una barra « bianca » orizzontale larga), l'E.A.T. può cadere in modo notevolmente più forte; a 2 mA cade circa del 4%. Ciò si manifesta come una variazione visibile della nitidezza, specialmente quando la tensione di focalizzazione viene ottenuta in modo convenzionale mediante rettificazione della tensione di punta nel tubo finale di riga (dalla parte della bassa tensione). Al crescere della corrente del fascio, aumenta parimenti la tensione di punta nell'avvolgimento di bassa tensione e con essa la tensione di focalizzazione, perché la « gobba » dell'impulso di bassa tensione diviene più alta (fig. 13). Se, per la generazione della tensione di fuoco si sfrutta una presa dell'avvolgimento E.A.T. (cfr. fig. 9) a circa 5 kV (avvolgimento di fig. 4), appare, dal confronto delle fig. 10 e 13, che la tensione del fuoco varia proporzionalmente all'E.A.T.

In corrispondenza, il rapporto delle due tensioni rimane praticamente costante fino a 3 mA (fig. 14) e con esso anche la nitidezza dell'immagine. Ciò è vero non solo in presenza di variazioni della corrente del fascio, ma anche per invecchiamento dei tubi elettronici.

0933 - Sig. Longobardi G. - Caserta

D. Quali modifiche occorre apportare ad un vecchio televisore in bianco e nero con cinescopio a 90° per la sostituzione del cinescopio stesso con uno a 110°?

R. La sostituzione di un cinescopio a 90° con uno a 110° comporta anzitutto il cambio del giogo di deviazione, perchè il collo del nuovo tubo è assai minore (circa 28 mm) di quello del vecchio (circa 36 mm). Inoltre i tubi 110° sono a focalizzazione elettrostatica, per cui occorre ricavare dall'alimentazione del ricevitore una tensione, preferibilmente regolabile a potenziometro, da applicare all'elettrodo di focalizzazione del cinescopio e di valore dipendente dal tipo di cinescopio adottato. S'intende che se anche il vecchio tubo è a fuoco elettrostatico, questa operazione si riduce alla semplice regolazione della tensione (già esistente) di messa a fuoco.

Occorrono anche varianti delle tensioni di polarizzazione dei vari elettrodi secondo i dati di catalogo del nuovo tubo, ma queste non presentano, in genere difficoltà.

Circa il montaggio meccanico, bisogna provvedere i mezzi per un sicuro ancoraggio del tubo, di dimensioni notevolmente diverse dal primitivo, e occorrerà forse anche il cambiamento della maschera che inquadra il tubo catodico al mobile.

È evidente che lo spinotto che porta le tensioni di alimentazione al cinescopio debba essere corrispondente alla distribuzione degli elettrodi sullo zoccolo del 110°, occorre cioè verificare che le varie tensioni arrivino ai giusti elettrodi corrispondenti.

Può infine verificarsi che l'E.A.T. (circa 16 kV) del ricevitore fatto per il 90° non sia sufficiente per il 110°, e così dicasi delle correnti a dente di sega di deviazione.

In tal caso si dovrebbe sostituire il trasformatore di uscita orizzontale e modificare lo stadio finale amplificatore di riga, ma questa è una modifica profonda che deve essere fatta in un laboratorio. *(a.f.)*

0934 - Sig. Borsotti G. - Piacenza

D. Un complesso avvicinantesi alle mie esigenze potrebbe essere costituito da un preamplificatore C-24 Mc Intosh e da un amplificatore tra i seguenti: Acoustech III; Acoustech XI; SGS AF12; SGS AF11 (questi ultimi due sono stati realizzati dalla SGS come dimostrazione di impiego delle sue nuove serie di transistori al silicio).

Desidero l'indirizzo di qualche Ditta in grado di costruire il mobile in legno, il frontale in alluminio e la placca posteriore dell'amplificatore su disegno del cliente.

R. Non esiste un'unica Ditta fornitrice dei 3 tipi di apparecchi che Le interessano. Possiamo solo dire che:

1°) I prodotti Mc Intosh Laboratory Inc. sono reperibili presso la Larir International S.p.A. (Milano - V.le Premuda, 38/a), che ne è la distributrice autorizzata. Non sarà difficile escludere il mobile, dato che esso non è compreso nei prezzi di listino.

2°) I prodotti Acoustech sono reperibili presso la Soc. Audio (Torino - Via G. Casalis, 41).

3°) L'unica fonte d'informazione sugli amplificatori sperimentali della S.G.S., non può essere che la S.G.S. stessa di Agrate (Milano). Provi a rivolgersi ai 3 indirizzi suddetti, menzionando la ns. rivista.

Circa l'ultima domanda della Sua lettera, Le indichiamo la Ditta Perser di Vicenza - Via Cimarosa, 35 - che dispone di un reparto di fabbricazione mobili su disegni del cliente. Molti altri mobilieri radio specializzati possono fare la stessa cosa; Le indichiamo ad es: la Ditta Gianninone M. (Milano - Via F. De Sanctis 36) e la Ditta Cozzi, Paderno Dugnano (Milano). *(a.f.)*

0935 - Sig. Bachi C. - Torino

D. Torno a voi per un problema, che è uno dei più frequenti: il rendimento degli altoparlanti e dei loro contenitori. Ho da poco acquistato presso la soc. Larir, un sistema a 3 vie col woofer C12 NF da 12Ω. Quanto al contenitore l'ho realizzato in base alle istruzioni originali Jensen e con la massima cura. Riguardo alle prestazioni sono rimasto piuttosto deluso. I toni medi e alti si possono raddolcire a piacere con i controlli di presenza e brillanza; tuttavia, le note inferiori mancano di una sufficiente potenza e non sono molto « pulite » e marcate. Gli altri componenti dell'apparecchiatura sono: Dual 1009, con testina B & O a riluttanza; amplificatore Williamson da 25 W. Potete dirmi qualcosa a proposito di questo problema? Gradirei sapere, se possibile, quali sono le caratteristiche tecniche degli apparecchi AMI.

R. Il C12NF Flexair Woofer è un ottimo altoparlante, con risonanza 20 Hz, potenza 30 W con risposta da 200 a 2000 Hz quando usato nel contenitore Bass-superflex Jensen. Esso deve riprodurre i bassi in modo più che soddisfacente. Se ciò non avviene, può essere imputabile ai vari anelli della catena Hi-Fi e non solo al radiatore acustico.

Il punto più indiziato è però il contenitore acustico, escludendo il caso, non impossibile, di altoparlante difettoso. La necessità di ridurre volumi e pesi ha portato a casse acustiche estremamente compatte, che devono essere adattate una per una all'altoparlante, come un vestito fatto su misura dell'individuo che lo porterà.

In queste condizioni basta un minimo scostamento costruttivo rispetto alla realizzazione originale della Casa, per provocare una deludente degradazione della qualità di riproduzione. Vorremmo consigliarLe di includere il suo Woofer in un bass reflex di 82 (altezza) × 59 (larghezza) × 41 (profondità) cm, con finestra rettangolare di 30×18 cm, per dimostrarLe la possibilità del C12NF, ma pensiamo che ciò le tornerebbe assai penoso.

Circa gli amplificatori tipo Juke-Box AMI, Le diremo che la sua richiesta ha avuto molti predecessori; abbiamo interpellato chi di dovere a più riprese, senza ottenere nè lo schema, nè dati tecnici d'interesse. *(a.f.)*

0936 - Sig. Zambelli S. - Belluno

D. In possesso di due altoparlanti Peerless, rispettivamente tweeter 4T20HFG 8 Ω e woofer P825W 8 Ω, gradirei conoscere il sistema per accoppiarli ad un amplificatore transistorizzato da 4 W senza trasformatore d'uscita e con impedenza di 15 Ω in uscita. Nel caso di collegamento degli stessi in serie gradirei conoscere come realizzare un filtro cross-over per le note alte.

R. Essendo l'impedenza d'uscita dell'amplificatore 15 Ω, cioè circa doppia di quella di ciascun altoparlante, l'adattamento è molto semplice per i tweeter, basta infatti disporli in serie tra loro, mentre per il woofer è necessario mettergli in serie una resistenza di 6 o 7 Ω; ciò fa naturalmente perdere potenza utile, ma è inevitabile quando l'impedenza di uscita dell'amplificatore non coincide con quella degli altoparlanti.

In pratica converrà usare un potenziometro (3 W) 10 Ω, e disporlo circa a metà corsa, poi regolarlo a orecchio per la minor distorsione dei bassi e per la loro potenza soddisfacente. Le accludiamo lo schema richiesto del filtro d'incrocio; frequenza d'incrocio 3 kHz, attenuazione 12 dB/ottava, impedenza di carico 15 Ω circa. *(a.f.)*

0937 - Sig. Ardemagni L. - Milano

D. Il mio complesso Hi-Fi attualmente risulta composto da:
Amplificatore: Fisher X100-B 24+24 W RMS (quello che attualmente è venduto solo in scatola di montaggio KX100 « Stratakit »)
Giradischi: Thorens TD124 II (4 velocità)
Braccio: Thorens TP14 (appoggio idraulico)
Cartuccia: Shure M55E (forza appoggio 1,2 g)
Registratore: Revox stereo G36 (4 tracce 9,5 e 19 cm)
Altoparlanti: per ogni canale un sistema a 3 vie con altoparlanti Riem; *bassi*: n. 2 woofer W15 16 Ω (collegati in parallelo) 15 W/cad; *medi*: n. 1 tweeter a compressione WT25 8 Ω 40 W; *alti*: n. 2 tweeter a compressione WT6 16Ω (collegati in parallelo) 20 W/cad; *filtro*: a tre vie Riem con frequenza di taglio a 1500/7000 Hz, 80 W.
Cassa acustica: baffle infinito costruita precedentemente con panforte cm 2 con dimensioni interne $41 \times 85 \times 57$. Assorbente acustico: cm 5 di lana di roccia.
Cuffia: Koss Pro-4.
Avendo possibilità di migliorare il complesso Vi chiedo se le modifiche sotto elencate possono variare sensibilmente il risultato finale e se detto risultato può giustificare la spesa.
Amplificatore: Sostituire il Fisher a tubi elettronici con un amplificatore a transistori: Sony TA1120 (40+40 W), Dynaco PAT-4 + Dynaco 120 (60+60 W), Brion Vega AS601 (70+70), Acoustech V-A.
Braccio: Mantenere il TP14 e aggiungere. Sony PUA-286 16"; Shure SME 3012 16": Cartuccia: mantenere l'attuale M55E.
Registratore: far modificare se possibile il Revox da 4 a 2 piste e la velocità da 9,5-19 cm/sec a 19-38 cm/sec. Attualmente registrando dal giradischi lamento una cattiva registrazione delle note alte e una perdita in dinamica.
Altoparlanti: mantenere gli attuali Riem.
Cassa acustica: nel caso l'attuale non fosse adatta, quali dovrebbero essere le nuove misure minime interne cambiando eventualmente anche il tipo di cassa? (bass-reflex).
Sintonizzatore: Fisher KM-60 FM da abbinare all'X100. Sony ST 5000 FM, Dynaco FM3 FM ,Brion Vega SI702, Acoustech VIII, Filodiffusione.
Desidero inoltre avere, se possibile, una risposta alle domande che seguono:
1) Quale degli elementi indicati deve essere sostituito per primo e in che ordine seguono i rimanenti?
2) Nel caso fosse consigliabile una sostituzione dell'X100 con un nuovo amplificatore, a chi potrei svendere l'attuale o eventualmente come potrei impiegarlo nel complesso?
3) È meglio un sistema a componenti separati oppure è preferibile un unico telaio (ricevitore)?
4) È vantaggioso il passaggio dai tubi ai transistori?
5) Sino a che punto sono consigliabili i « Kits » per un inesperto molto esigente? Chi si occupa della loro taratura finale?
6) Ogni quanto tempo è necessario cambiare la puntina, la cartuccia del giradischi e la testina del registratore magnetico?
7) Quanti Watts può sopportare il mio sistema di altoparlanti?
8) Il divisore elettronico di frequenze Sony TA4300 può essere usato con gli altoparlanti in mio possesso? Sono sensibili i vantaggi ammesso che ve ne siano?
9) Ho avuto modo di osservare in alcuni giradischi professionali l'esistenza di 2 bracci. A cosa serve il secondo?
10) Volendo montare tutti i componenti in un unico mobile, a chi mi devo rivolgere sia per la costruzione che per l'installazione?
11) Gradirei infine un giudizio imparziale e severo per quanto è possibile su tutto il complesso e in modo particolare per il Revox e per i Riem.

R. Premettiamo che le decisioni di sostituire, in tutto o in parte, il suo impianto sonoro devono essere assunte da Lei, e che i componenti di detto impianto sono già di alta classe: ciò detto, tentiamo di darLe qualche consiglio.
— L'amplificatore X100-B Fisher a tubi elettronici è sempre un esemplare di qualità, che la Fisher tenta di sostituire con un amplificatore a transistori solo per stare in passo coi tempi per motivi commerciali, affrettandosi ad aggiungere che il nuovo amplificatore può competere col famoso X100 senza, per ora, eguagliarlo. Al posto suo, conserveremmo l'X100-B.
— Il giradischi Thorens TD124, a parer nostro, non è da sostituire essendo tra i più pregiati.
— Braccio TP14; è risultato d'impiego difficoltoso, ma si tratta sempre di un ottimo braccio; potrebbe essere sostituito da molti altri, tra i quali: BTD-12 S pure della Thorens; mod. M226 16 Shure; mod. S-320 Rek-O-kut ecc.
— Cartuccia M55E Shure, in virtù della puntina ellittica è una cartuccia di grande pregio; da conservare.
— Registratore Revox G36. Se c'è nel suo impianto qualcosa da sostituire, pensiamo che sia proprio questo registratore. Riteniamo che nessuno potrebbe modificarlo (per quanto non impossibile) come da Lei desiderato. Troviamo giusto il suo punto di vista di preferire le due alle quattro piste, per i minori disturbi provenienti dalle disuniformità del nastro. Avvertiamo che giranastri con la velocità di 38 cm/sec vengono usati solo per scopi professionali negli studi di registrazione o presso la RAI-TV. Es: registratori della serie 96 ES Viking professionali (L. 613.000!).
— Altoparlanti Riem; per quanto non rinomatissimi, possono competere con i più quotati esteri; consigliamo di conservarli.
— Cassa acustica: dimensioni inadatte. Per un contenitore bass-reflex di tutti i 6 altoparlanti per ciascun canale, occorrono le dimensioni : altezza 100 cm (senza i piedi eventuali), larghezza frontale 100 cm (minimo), profondità 40 cm; è preferibile escludere dal bass-reflex i WT6 e montarli in cassetta separata per meglio direzionare le alte frequenze.
— Sintonizzatore: conservando l'amplificatore X100-B, è consigliabile il sintonizzatore FM-Multiplex Stereo KM-60 Strata Kit. Naturalmente sono possibili altre soluzioni, tra quelle da Lei indicate voteremmo per l'Acoustech VIII.
— L'ordine di sostituzione dei vari componenti, potrebbe essere il seguente:
1°) Contenitore acustico degli altoparlanti. 2°) Registratore magnetico (difficile da sostituire se si desidera la velocità 38 cm/sec). 3°) Braccio fonorivelatore (escluderemmo il tipo SME di difficile messa a punto). 4°) Aggiunta del sintonizzatore stereo.
— Non si illuda di poter recuperare parzialmente il valore dei suoi attuali componenti. L'unico tentativo da fare è di ottenere un modesto ribasso (diciamo circa 10.000 lire ogni L. 200.000 di nuovo acquisto) presso il fornitore dei nuovi materiali. Anche per questa ragione economica, siamo stati cauti nel consigliarLe le sostituzioni, perchè la spesa non sarebbe adeguata alle migliorie ottenibili (data la bontà del suo attuale impianto, nel quale l'amplificatore X-100 non troverebbe più posto).
— Il sistema integrato è indubbiamente più coordinato ed organico ma ha fine a sè. Se domani venisse sul mercato un nuovo componente migliore del suo, difficilmente Ella potrebbe sostituirlo nel suo impianto di alta fedeltà. Da questo punto di vista, è preferibile l'impianto a componenti separati, più elastico, e che consente la sostituzione scalata nel tempo dei singoli elementi.
— I transistori invadono ogni campo dell'elettronica, ma per gli amplificatori audio di potenza la soluzione definitiva è ancora in viaggio e, a dire il vero, non se ne sente affatto il bisogno.
— I kit sono consigliabili al tecnico medio, ma attrezzato con i necessari strumenti per il collaudo e la messa a punto. La differenza di prezzo fra un apparecchio in scatola di montaggio e lo stesso funzionante completo (circa il 20 %) viene presto assorbita (e con risultati inferiori) se si deve ricorrere ad un laboratorio privato; il kit è una falsa economia per il non esperto.
— La puntina del giradischi può durare anche 200 ore; la cartuccia, se ben trattata può durare molti anni; le testine del magnetofono non vengono quasi mai sostituite, avendo cura della loro pulizia e di far rettificare i traferri dopo qualche centinaio di ore di lavoro.
— Nel suo complesso di diffusori sonori, la limitazione viene dal WT25 che sopporta al max 25 W (e non 40) e dai 2 WT6 che insieme sopportano 12 W (a meno che non si tratti di esecuzioni speciali). Nel complesso si possono sfruttare abbastanza bene i 24 W dell'amplificatore X100-B.
— Non abbiamo sotto mano le caratteristiche del divisore Sony TA-4300.
— Il 2° braccio è un'immediata riserva nel caso in cui la continuità della riproduzione sia obbligatoria. Inoltre sfalsando opportunamente le testine, si può ottenere una pseudo-stereofonia con un disco monofonico.
— Per la costruzione di un unico mobile che contenga i componenti (escluderemmo però i radiatori acustici) consigliamo la Ditta Perser (Vicenza - Via D. Cimarosa, 35).
— Il nostro giudizio sul suo impianto, lo abbiamo già espresso sopra. *(a.f.)*

0938 - Sig. Opezzo P. G. - Costanzana (Vercelli) - Sig. Bonedettini A. - Rimini (Forlì)

D. Con riferimento all'articolo pubblicato a cura dell'ing. A. Nicolich, a pagina 224 nel n. 5 del 1967 de « l'antenna », vorrei sapere a chi rivolgermi per reperire la scatola di montaggio dell'organo elettronico descritto nel suddetto articolo e, saperne il prezzo.

R. L'organo elettronico in oggetto è della Magnétic France (175, Rue du Temple - Paris 3e) alla quale bisogna rivolgersi per ottenerlo. Il prezzo della scatola di montaggio completa è di 1980 F con riverberazione. Il prezzo dell'organo completo montato e funzionante è di 3200 F con riverberazione (salvo varianti intervenute).
La denominazione precisa dell'organo elettronico a 2 tastiere in oggetto è:
— Jeux Mélodie, 1 combinaison fixe: 2', 4', 8', 4 timbres
— Accompagnement, 1 combinaison fixe: 4', 8', 16'-vibrato, Réverberation incorporée.
Non sarà facile trovare in Italia chi si incarichi dell'importazione. Pensiamo che il rivolgersi direttamente al fabbricante francese, renda più rapide le trattative e, escludendo gli intermediari, più economicamente vantaggiose. *(a.f.)*

0939 - Sig. Iannace Q. - S. Leucio del Sannio (Benevento)

D. Potete fornire, in via privata, uno schema alimentatore stabilizzato a transistori per una erogazione massima di 5 A e una tensione variabile da 6 V a 60 V con impiego di semiconduttori al silicio della S.G.S.?

R. Come Lei sa, gli alimentatori sono di 3 tipi:
1 - regolabili e stabilizzati per transistori, basse tensioni fino a 1 max di $35 \div 40$ V e forti correnti ($5 \div 10$ A),
2 - regolabili e stabilizzati, alte tensioni da 150 a oltre 300 V, piccole correnti, $0,1 \div 0,4$ A,
3 - stabilizzati, per tensioni dell'ordine di $60 \div 70$ V, correnti $1 \div 2$ A, ma non regolabili, cioè per tensione fissa.
L'alimentatore da Lei desiderato non rientra in nessuna delle 3 categorie suddette. Le consigliamo di usare due alimentatori per 35 V in serie, per es. il tipo Philips PE 4807 regolabile da 0 a 35 V, corrente fino a 10 A, in 5 gamme di tensioni, stabilizzazione 0,1 %. *(a.f.)*

0940 - Sig. D'Urso S. - Pedara (Catania)

D. Desidererei sapere il « metodo di trasmissione del segnale F.M. stereo e la teoria del sistema Multiplex F.M. per segnali in stereo ».

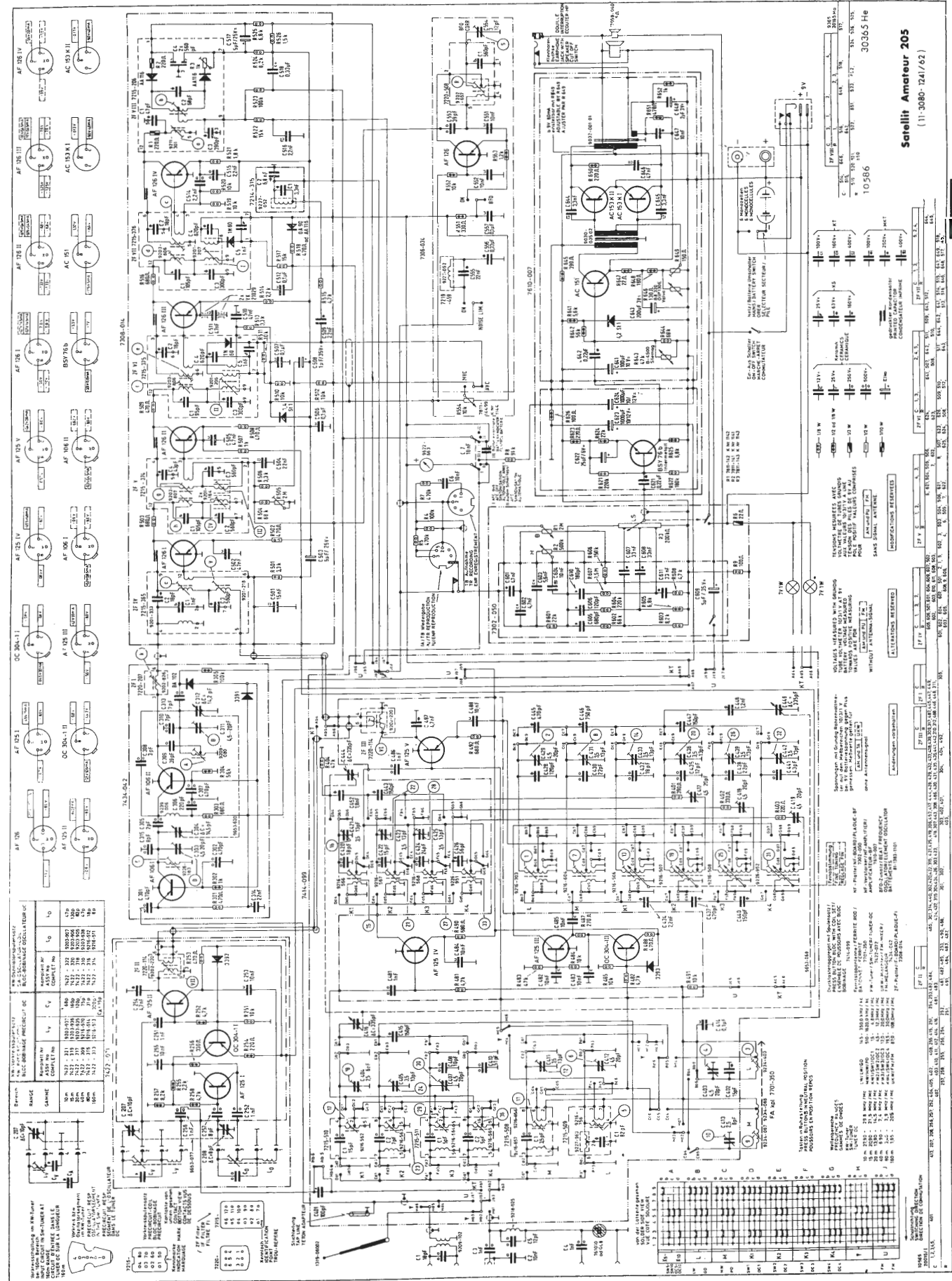
R. Poichè richieste analoghe alla sua ci sono pervenute da diversi lettori della ns. Rivista, abbiamo redatto un articolo in forma semplice e descrittiva riguardo la trasmissione in multiplex a divisione di frequenza e a divisione di tempo, la radiodiffusione stereofonica in MF (principio del trasmettitore e del ricevitore stereo, circuito del rivelatore e della matrice nel ricevitore).
Tale articolo apparirà nel n. 4 di aprile, o al più tardi nel n. 5 di maggio 1968.
Purtroppo la letteratura tecnica su questo argomento è scarsa e frammentaria; consta di articoli sparsi nelle riviste estere non facilmente reperibili. Manca un testo cui rinviare i lettori desiderosi di aggiornarsi circa i moderni sistemi di radiodiffusione diversi dai tradizionali MA ed MF. *(a.f.)*

Sistema anticollisione per aerei

Le Compagnie che gestiscono le linee aeree ricercano da oltre un decennio un sistema che eviti le collisioni tra gli aerei. A questo scopo sono state sviluppate le tecnologie rivolte alla soluzione di questo problema e che possano condurre alla definizione di un sistema di protezione universale. Si è ora giunti ad un sistema CAS (Collision Avoidance System) utilizzante la tecnologia di tempo e frequenza, grazie ad un'esemplare cooperazione fra i gestori delle linee aeree e i costruttori specializzati di apparecchiature di volo strumentale.
Il Gruppo Tecnico di Lavori di CAS dell'Associazione Trasporti Aerei (ATA CASTWG = Air Transport Association - CAS Technical Working Group) ha definito un sistema di CAS, che è il risultato di oltre 6000 ore di lavoro intenso sostenuto dai costruttori esperti di sistemi di tempo e frequenza per l'aeronautica civile.
È stata stabilita l'epoca, che sarà una pietra miliare nella storia del CAS, in cui si inizieranno le prove in volo del nuovo sistema anticollisione, precisamente ciò avverrà nel 1° trimestre del 1969. È già stato elaborato e pubblicato un programma di prove in volo.
La tecnologia scelta dall'ATA CASTWG è basata sui seguenti 4 punti fondamentali:
1) metodo di sincronizzazione nel tempo;
2) formato del messaggio CAS;
3) tecnica di segnalazione;
4) volumi protetti e relativi tempi di osservazione.
Diciamo una parola illustrativa per ciascuno di essi.

1) Il sistema di sincronizzazione degli impianti anticollisione fornisce un metodo col quale si possono accomodare oltre 1000 aerei nel raggio di 250 miglia. Lo scambio dell'informazione avviene con la velocità di dati di una volta ogni 3 secondi. La sincronizzazione in Mastertime porta a disporre gli aerei su una stessa pista con un errore medio quadratico minore di 36,6 m (120 piedi), quando i due velivoli usano lo stesso Master. L'errore può raggiungere i 305 m (1000 piedi) nella zona marginale della sensibilità del sistema.
2) Il CAS scelto dall'ATA consente lo scambio di dati di ubicazione, di modalità di spostamento e di altitudine, nonché informazioni di minor importanza circa le variazioni in altezza e i dati sul vettore velocità N-S ed E-O.
3) Occorrono 4 canali di frequenza per evitare l'interferenza fra le informazioni che costituisce un serio inconveniente nei sistemi anticollisioni monocanali di uguale capacità di messaggi. La diafonia fra canali adiacenti in frequenza viene sufficientemente limitata se la risposta del ricevitore ai segnali del canale adiacente è attenuata di almeno 42 dB. Con la separazione di 5 MHz fra i canali, si è ottenuta la reiezione di 48 dB della diafonia con un ricevitore sperimentale, restringendo il tempo di salita dell'impulso RF e il tempo di discesa a 0,2 μsec minimo. L'interferenza risultante dalla modulazione bifase può essere efficacemente attenuata limitando il tempo di transito minimo dell'inviluppo di modulazione a 0,2 μsec.
4) Lunghezza del passo e protezione delle linee oltre visibilità. Gli obiettivi sono la scelta di una lunghezza di sezione che minimizzi la probabilità d'interferenza e renda massima la capacità del canale d'informazione misurata dal numero di messaggi ricevuti nell'unità di tempo. A.

Satellit Amateur 205

GRUNDIG WERKE GMBH FURTH (BAY.)

Schema elettrico del radioricevitore GRUNDIG mod. Satellit Amateur 205

TELEVISORE

ULTRAVOX

Mod. Tiepolo 23"

Schema elettrico del ricevitore di TV ULTRAVOX mod. Tiepolo 23"

AMPLIFICATORE STEREO A TRANSISTORI (50 + 50 W)

Mod. MC-250

Risposta in frequenza: 10 ÷ 100 KHz fra 0 e — 3 dB
Distorsione armonica e d'intermodulazione: < 0,25% fra 20 e 20KHz alla massima potenza
Ronzio e rumore di fondo: < — 90 dB sotto la massima potenza
Sensibilità e impedenza d'ingresso: 0,5 V; 200 K Ω
Potenza d'uscita: 50 + 50 W eff.
Uscite per altoparlanti: 4, 8, 16 Ω
Semiconduttori usati: 26 transistori al silicio e 28 diodi
Alimentazione: 220 V, 50 Hz

PREAMPLIFICATORE - AMPLIFICATORE STEREO INTEGRATO A TRANSISTORI

Mod. MA-5100

Potenza d'uscita: 45 + 45 W eff.
Risposta in frequenza: 12 ÷ 80.000 Hz entro 0 e 3 dB
Distorsione armonica e d'intermodulazione: < 0,25% fra 20 e 20 KHz alla potenza nominale
Sensibilità di ingresso e impedenza: ad alto livello: 300 mV; 250 K Ω; fono 2 mV: 47 KΩ; nastro 2 mV 0,5 M.
Impedenza d'uscita: 4, 8 e 16 Ω
Controllo dei toni: ± 18 dB a 20 Hz; ± 18 dB a 20 KHz
Semiconduttori usati: preamplificatore: 16 transistori al silicio; amplificatore 18 transistori al silicio e 8 diodi
Alimentazione: 220 V, 50 Hz

RICEVITORE STEREO

Mod. MAC-1700

SINTONIZZATORE:
Sensibilità: 2,5 μV (100% di modulazione)
Rapporto segnale rumore: 65 dB
Separazione canali stereo Multiflex; migliore di 30 dB a 1 KHz
AMPLIFICATORE:
Potenza d'uscita: 40 + 40 W eff.
Risposta in frequenza: 10 ÷ 80 KHz entro o e — 3 dB
Distorsione: Armonica: < 0,5% alla massima potenza; d'intermodulazione: < 0,25%
Impedenza di uscita: 4,8 e 16 Ω
Semiconduttori usati: preamplificatore, 16 transistori al silicio; amplificatore, 18 transistori e 12 diodi al silicio; sintonizzatore, 8 valvole, 4 transistori e 10 diodi
Alimentazione: 220 V, 50 Hz

AMPLIFICATORE STEREO A TRANSISTORI (50 + 50 W)

Mod. MC-2505

Risposta in frequenza: 10 ÷ 100KHz fra 0 e — 3 dB
Distorsione armonica e d'intermodulazione: < 0,25% fra 20 e 20 KHz alla massima potenza
Ronzio e rumore di fondo: < — 90 dB sotto la potenza massima
Sensibilità e impedenza d'ingresso: 0,5 per la massima potenza; 200 K Ω
Potenza d'uscita: 50 + 50 W eff.
Uscita per altoparlanti: 4, 8 e 16 Ω
Uscita per cuffia: 4 ÷ 600 Ω
Semiconduttori usati: 28 transistori al silicio e 32 diodi
Alimentazione: 220 V, 50 Hz

LE CARATTERISTICHE SONO GARANTITE DALLA Mc INTOSH

AGENTI GENERALI PER L'ITALIA

LARIR International s.p.a.

20129 MILANO

VIALE PREMUDA 38/a - TEL. 79 57 62/63 - 78 07 30